ALESSANDRO VOLTA

NOTA INTRODUTTIVA

Jean-Antoine Nollet, fisico e studioso di elettricismo, docente alla scuola del Genio di Mézières, fu il primo ad accorgersi, nel 1763, del grande valore scientifico dei saggi di argomento fisico che gli erano stati inviati, con richiesta di un parere ufficiale, dal «nobiluomo comasco Alessandro Volta». Questi, appena diciottenne (era nato il 18 febbraio 1745), ancora allievo dei Gesuiti, si era assicurata fama di ottimo latinista e abile ricercatore: nel Seminario Benzi, il chierico Giulio Cesare Gattoni non esitò ad investire grosse somme di denaro in libri e costosi apparecchi di fisica per consentire le complesse strategie di ricerca del giovane, promettente scienziato. Ma Alessandro, non appena ebbe la certezza della non comune qualità delle sue ricerche, divenne un autodidatta di genio, presto separato dai vecchi maestri. Abbastanza facoltoso, per beni di famiglia, da proseguire in proprio le ricerche fisiche e naturali, ebbe come modello ideale Giambattista Beccaria.

Al Beccaria il Volta dedicò, nel 1769, un'opera che sintetizzava i suoi colloqui elettrologici col Nollet (il *De vi attractiva ignis electrici ac phaenomenis inde pendentibus*); nel 1771 ripeté l'*exploit* con una memoria, di grande valore scientifico, dedicata a Spallanzani, che seppe apprezzarla nel suo non comune valore sperimentale (il *Novus ac simplicissimus electricorum tentaminum apparatus*). Quattro anni dopo, il ricercatore di provincia è già uno scienziato di fama internazionale grazie all'invenzione dell'*elettroforo* che viene comunicata dal Volta, abilissimo orchestratore della sua fama crescente, alla Royal Society di Londra, assai sollecita nel tributargli attestati di stima attraverso il suo socio Joseph Priestley. Prevedibile che, già nel 1775, il ministro plenipotenziario Carlo Giuseppe conte di Firmian, governatore generale della Lombardia, proponesse per Volta una cattedra di fisica sperimentale nelle «Scuole di Como coll'annuo stipendio di l. 800»; inatteso, invece, l'onore della nomina a "Socio straniero" della Società di Fisica di Zurigo, cui il Volta terrà sempre moltissimo; era il primo, luminoso passaporto internazionale per stringere i legami con quella cultura europea che divenne immediatamente l'obiettivo dello scienziato.

Dal 1776 al 1777 Volta sembra interessato soprattutto alle sue "invenzioni" di elettrologia applicata alla meccanica: la «pistola elettrico-flogopneumatica» o «pistola di Volta» è solo una curiosità bizzarra come il «fucile o moschetto a vento», ma la sua teoria dei «conduttori elettrici» mediante fili di ferro sostenuti da pali di legno per condurre «energia» da un luogo ad un altro, è cosa serissima. I contempo-

ranei rimasero allibiti e perplessi quando lo scienziato pensò di porre una bottiglia di Leida a Como per far sparare, a Milano, una pistola posta ad un «capofilo». Il Volta ottenne comunque un successo reale con la sua «lampada perpetua» (adottata come «lampada a gas voltiana» nelle miniere della Germania), e anche il più scettico mondo scientifico seppe apprezzare un trattato come le *Lettere sull'aria infiammabile nativa delle paludi* del 1777, che sanciva la scoperta del "metano" e la nascita di un notevole prosatore. Sempre timoroso di successi provinciali, Volta, nello stesso anno, iniziò il suo *grand tour* scientifico. La base di partenza fu, naturalmente, la Svizzera, dove strinse amicizie importanti (Lavater, Gessner, Tissot, Senebier, Bonnet); ma gli obiettivi erano altri: con consumata abilità di "politico" della cultura, Volta ottenne, a Ferney, la sua consacrazione ufficiale da Voltaire, un ottuagenario la cui amicizia valse allo scienziato la fama europea, non meno della corrispondenza con Horace-Bénédict de Saussure (cui furono dedicate le *Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici*, stese nel 1778). Poi, dopo un viaggio a Berna, Volta ebbe, nel 1780, la possibilità di passare in Germania, per vedere l'organizzazione dei grandi gabinetti scientifici di Rastatt, Karlsruhe, Colonia, che lo scienziato intendeva riprodurre in Italia dopo la nomina a docente di fisica nell'Ateneo di Pavia, e il successo ottenuto con l'invenzione del condensatore (1780). Il viaggio diviene una vera apoteosi per lo scienziato: in compagnia del fisico Giacinto Magellan, un portoghese legato alla Royal Society, Volta è a Bruxelles, poi passa in Olanda, e nel 1782 a Parigi, dove assiste alla fastosa entrata nella città di Luigi XVI e di Maria Antonietta, che giungevano da Versailles per rendere grazie, in Notre-Dame, della nascita dell'erede al trono. A Volta il mondo della corte non interessa: è solo l'occasione per avvicinare vecchie e nuove glorie accademiche (Buffon, Laplace, Lavoisier) ed ottenere, il 22 gennaio 1782, il colloquio scientifico con l'americano Benjamin Franklin, da cui si attende presentazioni per l'Académie des Sciences e la Royal Society.

La mediazione ebbe successo: lo stesso anno Volta lesse a Londra la sua dissertazione sull'uso del condensatore, che fu stampata nel settantaduesimo tomo delle «Philosophical Transactions»: la *Memoria sul condensatore* è giudicata uno dei capolavori del Volta scrittore, prima delle indagini sull'elettricità animale e delle famose *Lettere* al fisico olandese Martin van Marum. Ritornato in Italia (ma nell'estate del 1784 fu ancora in Germania con il collega medico Antonio Scarpa), Volta fu nominato rettore dell'Ateneo pavese, membro dell'Accademia degli Affidati di Pavia, Accademico delle Scienze a Mantova, e, infine, membro della Royal Society di Londra. Docente seguito ed applaudito da uno stuolo vastissimo di allievi, il Volta si

adoperò con molto zelo per portare a prospettive moderne la ricerca universitaria del suo tempo. Abile programmatore (fin dal 1775 aveva scritto una *Idea di uno stabilimento di Scuole pubbliche per la città di Como*, di notevole valore pedagogico), fu tra i primi a sollecitare una corretta politica di finanziamento della ricerca, sempre rivolgendosi al Firmian o, a Vienna, allo stesso imperatore Giuseppe II. I risultati non si fecero attendere: nel 1792 pubblicò nel «Giornale fisico-medico» di Pavia un notevole saggio sull'elettricità animale, prendendo già posizione riguardo alla scoperta del «fluido elettrico» effettuata l'anno precedente dal Galvani nell'opuscolo *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*. In rapporto con l'abate Anton Maria Vassalli, naturalista piemontese, tentò, in polemica con lo stesso Galvani, di distinguere l'elettricità animale da quella metallica, attivando un dialogo con il medico bolognese che appare tra i contributi fondamentali della scienza del Settecento. Nel 1796 è inviato come rappresentante del Municipio di Como a complimentare Buonaparte dopo il suo ingresso a Milano: fonti dell'epoca parlano di un suo progetto per un possibile trasferimento a Milano dell'Istituto pavese, ma, in lettere ufficiali, Volta smentì questa tesi, dichiarandosi solo interessato al prosieguo dei suoi esperimenti. In effetti, tra il 1797 e il 1799 speculò, con reiterate esperienze, la maniera di costruire una «macchinetta» che portasse ad alto grado di tensione la carica elettrica. A questo scopo, nel gennaio del 1800 (ma il «gran passo» scrisse Volta, fu «da me fatto sulla fine dell'anno 1799»), costruì un apparecchio chiamato «organo elettrico artificiale», o «apparato elettromotore» o «apparato a colonna»: un punto fermo nella storia della scienza europea di quegli anni.

Il 20 marzo Volta presentò a Joseph Banks, segretario della Royal Society, questa «macchina», in una lettera dove è tentata una famosa analogia tra «l'apparato» e l'organo elettrico della torpedine, proprio pochi anni prima oggetto di studi da parte dell'amico-nemico Galvani. Il successo fu clamoroso: ma gli scienziati francesi, seguaci del galvanismo, battezzarono il ritrovato «pila galvanica» quasi a stabilire, fin nell'etichetta verbale, una dipendenza di Volta dalle teorie del bolognese, morto nel 1798. Volta, irritato, riuscì a dimostrare di aver ideato una macchinetta («apparato a corona di tazze») prima delle ricerche sull'elettricismo metallico del Galvani, e fece ribattezzare il «nuovo apparato scotente» *pila di Volta*. Nacque allora la possibilità concreta per lo scienziato di presentarla ufficialmente a Parigi, alla presenza di un consesso internazionale di fisici, cui si sarebbe aggiunto, entusiasta, il «primo console» Napoleone Buonaparte. Regista straordinario del proprio genio, il Volta partì da Pavia con il collega chimico Luigi Valentino Brugnatelli, ma, per essere matematicamen-

te sicuro del suo trionfo, scelse un percorso che doveva condurlo nella capitale francese attraversando prima i familiari "gabinetti scientifici" ginevrini. Almeno dal 9 giugno 1801 Volta è a conoscenza di un premio bandito dall'Accademia di Haarlem relativamente ai rapporti possibili tra l'elettricità del «piliere» e i «pubblici vantaggi»: e desidera quindi essere rassicurato sulla portata della scoperta. A Ginevra, in casa di Senebier, Volta ottiene un grande successo sperimentale, che si trasforma presto in festa mondana cui partecipa la famosa M. me de Staël-Holstein con Nicolas de Saussure e la *crème* della società dell'epoca. Il 26 settembre 1801 Volta giunge a Parigi, ottenendo un'accoglienza senza precedenti: le esperienze con la "pila" si susseguono in accademie e salotti, conferendo al nostro un prestigio internazionale che nessuno scienziato prima di lui aveva mai ottenuto. Da ogni parte piovvero richieste di editori disposti a pubblicare gli *Opera omnia* dello scrittore, le esperienze si dimostrarono perfette e sconvolgenti (il fisico Louis Guyton de Morveau tentò allora la prima "scomposizione" dell'acqua) e Volta frequentò, ospite ammirato, Louis-Nicolas Vauquelin, Benjamin Thompson Rumford, Joseph Montgolfier, e il principe Charles-Louis de Taillerand.

Il 7 novembre 1801 Volta lesse la sua memoria sugli *Elettromotori* alla presenza di Napoleone, che chiese di esaminare gli strumenti "voltaici", proponendo, seduta stante, una "medaglia d'oro" per lo scienziato italiano. I contemporanei sottolinearono compiaciuti questo trionfo, vedendo in esso il riscatto della scienza italiana post-galileiana surclassata dall'età di Newton e della fisica "inglese". Certo, Volta ne ottenne enorme fama e l'amicizia di Napoleone che, si dice, con atto passato alla storia, vedendo scritto in mezzo a una corona d'alloro nella Biblioteca dell'Istituto Nazionale di Parigi: *Au grand Voltaire*, avrebbe tolto le ultime tre lettere lasciando solo *Au grand Volta* (vedi V. Hugo, *William Shakespeare*, Paris, A. Lacroix, 1864, p. 341). Ma, anche tacendo della stima del còrso – che forse attendeva qualche invenzione militare dallo scienziato –, la carriera del Volta ebbe ancora tappe significative. Nel 1806, passato alla meteorologia, terminò infatti un suo piccolo capolavoro, quella *Memoria sulla formazione della grandine* cui aveva atteso, con interruzioni, per quasi sedici anni.

Il peso degli incarichi politici (Napoleone lo creò «senatore», il governo austriaco della restaurazione, per non essere da meno, «direttore degli studi filosofici») attenuò comunque in breve questa parabola luminosa. Nel 1814 Volta non riuscì a destreggiarsi nei tumulti politici di Milano; nel 1816 sembrò interrompere le sua carriera di studioso raccogliendo solo le opere già scritte per l'editore Piatti di Firenze; dal 1819 lo scienziato condusse vita ritiratissima dividendo

la sua "pace" tra Como e Camnago. Dietro queste date si nasconde una gravosa vecchiaia testimoniata da numerosi amici: nel 1823 la moglie di Volta comunica che lo scienziato, miracolosamente salvatosi da un «colpo apoplettico», era provatissimo e proprio nella mente («al marito facevasi balbuziente la favella»). Nel 1827 una febbre insidiosa lo costrinse nel letto da cui non si sarebbe più alzato; il 5 marzo morì a Como dopo aver chiesto i conforti religiosi, ma già nel 1815 il canonico Giacomo Ciceri dichiarava di aver ricevuto la «professione di fede cattolica» dello scienziato, in crisi fisica e spirituale a un tempo. Anche la scrittura dell'*electricorum princeps* (come lo definì il van Marum) ebbe un'involuzione negli ultimi anni: Volta non riuscì più a ripetere il nitore del trattato *Sul galvanismo ossia sull'elettricità eccitata dal contatto dei conduttori dissimili* (1796-1797) o delle *Lettere del cittadino N. N. di Como al cittadino Aldini professore a Bologna intorno alla pretesa elettricità animale nelle sperienze del galvanismo* del 1798. Benché s'interessasse di chimica e, con strumenti sempre più raffinati sul piano matematico, organizzasse saggi acuti sulla dimensione quantitativa di molti fenomeni (non a caso ripresi da Carlo Matteucci nel suo celebre *Essai sur les phénomènes électriques des animaux* del 1840), i suoi ultimi scritti appaiono solo un ritorno a posizioni precedenti, disgiunti da esperienze, sminuzzati in *memorie*, *note* correttive a precedenti lavori, come se la fase creativa si fosse già conclusa, malgrado le ultime ricerche sul «paragrandine» (rimaste ferme dopo l'8 luglio del 1823, data dell'*ictus* apoplettico). Ciò nonostante, il *corpus* delle sue opere e il vastissimo *Epistolario* rappresentano il ponte di passaggio fra la scienza settecentesca e la "tecnologia" dell'Ottocento, di cui Volta, con le sue "invenzioni" concrete fu precursore, collocandosi, come notò Augusto Righi nel discorso su *Volta e la pila* (pronunciato a Como il 18 settembre 1899), fra la «filosofia» del fluido elettrico praticata dal Beccaria e dal Franklin, e l'età «tecnologica» di Coulomb.

*

EDIZIONI: Alessandro Volta, convinto d'impegnarsi su terreni di sperimentalismo avanguardistico, rifiutò la statica definitoria dei *trattati* o *manuali*, preferendo la sinteticità provvisoria delle *memorie* e delle *lettere*, fatte circolare in varie sedi accademiche e sempre passibili di "giunte" e "correzioni". Se a questa singolare strategia editoriale si aggiunge la ricca serie dei carteggi scientifici privati (1905 lettere!), si ottiene una topografia di reperti testuali spezzettata in mille rivoli, la cui storia, da effettuare caso per caso, appariva intricata già ai contemporanei.

Una *recensio* dei singoli contributi, se si escludono pochi saggi (come la memoria giovanile *De vi attractiva ignis electrici ac phaenomenis inde pendentibus* dedicata «ad Io. B. Beccariam», edita a Como, Typis O. Stauren-

ghii, 1769, o le *Lettere sull'aria infiammabile nativa delle paludi*, Milano, Marelli, 1777, o gli scritti di elettricismo diffusi negli *Opuscoli scelti sulle lettere e sulle arti tratti dagli atti delle Accademie*, Milano, Marelli, 1778-1784, tomi I, II, III, VII), è pertanto impossibile in questa sede, e fu tentata da un lavoro coraggioso di F. SCOLARI, *A. Volta (guida bibliografica)*, Roma, Fondazione Leonardo, 1927, cui rimandiamo per più ampi ragguagli. Un tentativo di sistemazione globale fu operato da V. Antinori con la *Collezione dell'opere del cavaliere conte* A. VOLTA *patrizio comasco*, Firenze, Stamp. di G. Piatti, 1816 (silloge divisa in cinque tomi). Trattandosi ancora di un *corpus* incompleto, furono varate, sotto gli auspici dell'Accademia dei Lincei e dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, *Le opere di* A. VOLTA, Edizione Nazionale, Milano, Hoepli, 1918-1929 (7 voll.), cui fu aggiunto l'*Epistolario*, Bologna, Zanichelli, 1949-1955 (5 voll.) e, per la perdurante incompiutezza, un volume di *Aggiunte alle Opere e all'Epistolario di* A. VOLTA, ivi 1966 e *Indici delle Opere e dell'Epistolario di* A. VOLTA (2 voll.), a cura di A. Ferretti Torricelli, Milano, Rusconi, s. a. Di questo programma fu promotore e a lungo coordinatore in prima persona F. Massardi (1880-1957), uno storico della scienza che dedicò al lavoro filologico tutta la vita. Per rendere accessibile a un più vasto pubblico il *corpus* degli scritti, lo stesso Massardi curò una pregevole antologia (*L'opera di* A. VOLTA, Milano, Hoepli, 1927), correlabile a quelle, pur notevoli, di area tedesca, edite da A. J. von Oettingen nel 1900 a Lipsia per i tipi di W. Engelmann (*Briefe über thierische Elektricität von* A. VOLTA, 1792 e *Untersuchungen über den Galvanismus, 1796 bis 1800, von* A. VOLTA).

Fuori da questo quadro restano, accanto a talune proposte, un po' avventurose, di inediti (*Lettere inedite di* A. VOLTA, Pesaro, Tip. Nobili, 1834; *Alcune lettere inedite di* A. VOLTA, Bologna, Zanichelli, 1876), la *Relazione del professore* A. VOLTA *di un suo viaggio letterario nella Svizzera* [. . .], Milano, Soc. Tip. de' Classici Italiani, 1827 (per nozze Stabilini-Rèina), la notevole pubblicazione de *La correspondance de* A. VOLTA *et* M. VAN MARUM, *publiée par J. Bosscha*, Leiden, A. W. Sijthoff, 1905, e la silloge, edita da A. Mieli, *Scritti sull'aria infiammabile, sull'eudiometro e sopra i fuochi naturali di Pietramala e Velleia*, Roma, Casa ed. Leonardo, 1928. La migliore antologia moderna è quella curata da M. Gliozzi: A. VOLTA, *Opere scelte*, Torino, UTET, 1967. I manoscritti dello scienziato sono conservati presso l'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere (cfr. L. MAGRINI, *Sulla importanza dei cimeli scientifici e dei manoscritti di A. Volta*, Milano, Daelli, 1864). Il «Tempio voltiano» di Como raccoglie modelli delle "invenzioni" dello scienziato i cui progetti, con i manufatti voltiani, andarono malauguratamente distrutti in un incendio.

CRITICA: i contributi biografici voltiani, fino al primo Novecento, sono tutti di carattere celebrativo. Da ricordare: *Della vita del conte A. Volta, patrizio comasco*, Como, Ostinelli, 1829 (l'opuscolo è attribuito a T. BIANCHI e L. VOLTA); D.-F. ARAGO, *Éloge historique d'A. Volta*, in «Annales de chimie et de physique», LIV (1834), pp. 396 sgg. (poi in ID., *Œuvres complètes*, Paris, Gide et Baudry, I, 1854, pp. 184 sgg.); M. MONTI, *A. Volta*, in E. DE TIPALDO, *Biografia degli italiani illustri nelle scienze, lettere ed arti*

[...], Venezia, Cecchini, IX, 1844, pp. 258-88; L. MAGRINI, *Notizie biografiche e scientifiche su A. Volta*, Milano, Bernardoni, 1861; Z. VOLTA, *A. Volta. Parte I. Della giovinezza*, Milano, Civelli, 1875 (l'unica pubblicata); ID., *Il primo viaggio di A. Volta a Parigi 1781-1782*, in «Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere», 15 (1882), pp. 29-37; C. VOLPATI, *A. Volta nella gloria e nell'intimità*, Milano, Treves, 1927. Singolarmente, anche dopo questa data e la breve, lucidissima monografia di A. MIELI (*A. Volta*, Roma, Formìggini, 1927), la tendenza agiografica non è scomparsa: vedi, ad esempio, I. BELSKI LAGAZZI, *A. Volta*, Vicenza, Ed. Paoline, 1958.

Più importanti, oltre la vecchia rassegna, nel settore bibliografico, di P. RICCARDI, *Sulle opere di A. Volta. Note bibliografiche*, Modena, Società Tipografica, 1877, le testimonianze raccolte da G. RASETTI, *Ricordi su A. Volta. Dalle memorie inedite del prof. Joseph Tourdes (1770-1840)*, Pescara, Reale Stamperia De Arcangelis, 1937, e soprattutto le *Allocuzioni pronunciate nella solenne commemorazione di A. Volta, Como 11 sett. 1927* (a cura del Comitato per le onoranze a Volta), Bologna, Zanichelli, 1927.

Per gran parte dell'Ottocento, i contributi scientifici su Volta s'identificano con i saggi sulla *querelle* Galvani-Volta, che ebbe il merito di dare fama internazionale allo scienziato comasco, ma limitò, assai arbitrariamente, la sua figura di ricercatore, troppo circoscritto alla *vexata quaestio* dell'elettricità animale, anche dai saggi celebri di ALDINI, CARRADORI, MATTEUCCI, DU BOIS-REYMOND (per i cui estremi rimandiamo alla nostra nota bibliografica su Galvani, in questo volume, a p. 921). Solo nell'ultimo scorcio dell'Ottocento, e nel nostro secolo, nasce una rilettura storica dell'opera di Volta, attraverso una serie di studi di qualità: T. MARTINI, *La teoria voltiana del contatto e le sue vicende*, Venezia, Fontana, 1891; A. VOLTA jr., *La storia e la teoria voltiana nelle odierne pubblicazioni*, Milano, Lamperti, 1892; ID., *A. Volta e il suo tempo*, Carrara, Bertarelli, 1900; G. BERTELLI, *Ricerche storiche sulla pila di Volta*, Monza, Tip. Artigianelli Orfani, 1899; A. RIGHI, *Volta e la pila. Lettura*, Como, Ostinelli, 1899; E. HOPPE, *Geschichte der Physik*, Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1926 (specialmente le pp. 381-5); M. GLIOZZI, *L'elettrologia fino al Volta*, Napoli, Loffredo, 1937; G. POLVANI, *A. Volta*, Pisa, Domus Galilaeana, 1942 (fondamentale); A. MIELI, *A. Volta y el desarrollo de la electricidad*, Buenos Aires, Colleción Austral, 1945; B. DIBNER, *Galvani-Volta. A Controversy That Led to the Discovery of Useful Electricity*, Norwalk (Conn.), Burndy Library, 1952; E. WHITTAKER, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, New York, Humanities Press, 1973[3] (specie il 1 vol.). La migliore trattazione contemporanea di Volta è in J. L. HEILBRON, *Electricity in the 17th and 18th Centuries. A Study of Early Modern Physics*, Berkeley-Los Angeles-London, University of California Press, 1979, in particolare le pp. 412-30.

Riserve su alcuni aspetti della scienza del Volta sono solo in W. OSTWALD, *L'évolution de l'électrochimie*, Paris, Alcan, 1912, pp. 62 sgg. Il primo, riuscitissimo, tentativo d'inserire il Volta nella storia della letteratura italiana è in G. MAFFEI, *Storia della letteratura italiana*, Firenze, Le Monnier, 1853[3], II, pp. 404-14. Bilanci sulla presenza di Volta nella letteratura scientifica tra Sette e Ottocento, sono in G. MORUZZI, *L'opera elettrofisiologica*

di C. Matteucci, in «Physis», VI (1964), pp. 479 sgg. e M. GLIOZZI, *Il Volta della seconda maniera*, in «Cultura e scuola», 5 (1966), pp. 235-9; ID., *Consonanze e dissonanze tra l'elettricità di Cavendish e quella di Volta*, in «Physis», XI (1969), pp. 231-48, cui possono aggiungersi B. BASILE, *La prosa scientifica del Settecento. Rassegna di testi e studi*, in «Lettere italiane», 4 (1980), pp. 559-61, e P. REDONDI, *Cultura e scienza dall'illuminismo al positivismo*, in AA.VV., *Storia d'Italia*, *Annali*. 3, Torino, Einaudi, 1980, pp. 679 sgg. (specie il capitolo *La cultura scientifica a Milano e nel Lombardo-Veneto*).

Mancano, purtroppo, ricerche adeguate sia sul *milieu* frankliniano del Beccaria in cui Volta mosse i primi passi, sia sulla tecnica "strumentale" dello scienziato comasco, brillante inventore di macchine elettriche. Sopperiscono in parte a queste lacune il libro di A. PACE, *B. Franklin and Italy*, Philadelphia, The American Philosophical Society, 1958, e ricerche, molto tecniche, dedicate ad amici o fiancheggiatori delle "invenzioni" voltiane: ad esempio B. DIBNER, *The Great van Marum Electrical Machine*, in «Natural Philosopher», 2 (1963), pp. 89-103 e W. H. HACHMANN, *John and Jonathan Cuthbertson. The Invention and Development of the 18th Century Plate Electrical Machine*, Leyden, Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Natuurwetenschappen, 1973.

DEL MODO DI RENDERE SENSIBILE LA PIÙ DEBOLE ELETTRICITÀ SIA NATURALE, SIA ARTIFICIALE[1]

1. Un apparecchio, che portando a uno straordinario ingrandimento i segni elettrici fa sì che osservabile divenga e cospicua quella virtù[2] che altrimenti per l'estrema sua debolezza sfuggirebbe i nostri sensi, ognun comprende di quale e quanto vantaggio sia per riuscire nelle ricerche sull'elettricità, e massime intorno alla naturale atmosferica, la quale, come sappiamo, non in ogni tempo, anzi assai di rado, allora solamente cioè che il cielo è ingombro di nuvoloni scuri e tempestosi, avviene che ci si renda sensibile ne' conduttori ordinari non molto elevati, e appena è che in altri tempi ne mostri qualche indizio in quelli elevatissimi, o ne' *cervi volanti*[3] portati all'altezza di più centinaia di braccia.[4] Or un tale apparecchio, mercé di cui un conduttore atmosferico,[5] anche di non grande elevazione, vi dia segni ad ogn'ora e in ogni costituzione di tempo, molto chiari e distinti di quel qualsisia picciolo elettrizzamento che in lui induce l'atmosfera, ecco io ve lo presento nel mio elettroforo:[6]

1. La memoria, forse stesa nel 1780, fu letta alla Royal Society il 14 marzo del 1782, e più volte rielaborata da Volta. Edita dall'Antinori, nella cit. *Collezione dell'opere* dello scienziato, con il titolo *Del condensatore*, ebbe fama internazionale sia per la novità del contenuto, sia per la forma, assai lucida, raggiunta dal Volta attraverso varie ristesure. Per il testo, seguiamo l'Edizione Nazionale delle *Opere*, cit., III, 1926, pp. 271-96. 2. *virtù*: la *vis electrica* degli elettricisti settecenteschi, studiata in Italia fin dal 1748 in un libro apparso a Napoli (il *Tentamen de vi electrica eiusque phaenomenis* di NICOLÒ BAMMACARO) che fu citato dal Beccaria e, certo, era noto al Volta. 3. *cervi volanti*: come "vettori" di parafulmini furono impiegati, come noto, da Franklin (di cui, pare, il Volta conosceva gli scritti in traduzione francese: *Expériences et observations sur l'électricité faites à Philadelphie en Amérique*, Paris, Durand, 1752). 4. *braccia*: il braccio "milanese" valeva 0,595 m. 5. *conduttore atmosferico*: l'asta metallica, appuntita ed isolata, che Franklin impiegò per i suoi studi sull'elettricità atmosferica (o "naturale"). Di solito, era collegata con un altro conduttore, che portava direttamente agli elettroscopi delle "camere di sperimentazione": vedi, sulla tecnica frankliniana, l'opuscolo di TH.-F. DALIBARD, *Expériences et observations sur la tonnerre, relatives à celles de Philadelphie, 13 mai 1752*, noto, probabilmente, al Volta (ora leggibile in J. H. WINKLER, B. FRANKLIN, TH.-F. DALIBARD, L.-G. LE MONNIER, *Über Luftelektricität, 1746-1753*, Berlin, Asher, 1858 [Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, Herausgegeben von Prof. G. Hellmann, N. 11]). 6. *elettroforo*: più oltre Volta dirà di preferire il nome «semplice e piano» di *condensatore*. Volta lavorava all'elettroforo, da lui inventato, dal 1775.

in quella semplice macchina che è ormai nelle mani di tutti e che, se altro pregio pur non avesse, verrebbe abbastanza raccomandata agli elettricisti per questo che lor offre facile mezzo di spiare la più languida e impercettibile elettricità sì naturale che artificiale, con tirarla sopra di sé ed accumularla al punto di promoverne e invigorirne per singolar maniera i segni.

2. In vero ogni volta che questi mancano nell'ordinario modo di sperimentare, e né scintilla scorgesi né cenno benché minimo di attraimento, il dire che pur vi sia elettricità fòra un'asserzione gratuita, anzi un giudicare contro ogni apparenza. Malgrado questo non possiamo neppur dire accertatamente che punto non ve n'abbia: e il concluderlo da ciò solo, che niun segno per anco ci si mostra, è un precipitare il giudizio; imperocché chi ci assicura che qualche elettricità ivi non si trovi realmente, ma così debole da non potere attrarre tampoco un leggier filo? Or questo è che c'importa in molti casi di sapere, specialmente quando si tratta di elettricità naturale. Un conduttore atmosferico poco elevato non dà ordinariamente segni, come già si è detto, che quando gli sovrasta oscuro nembo:[1] a cielo coperto d'alte nubi sparse o distese equabilmente, quando l'aria è ingombrata da nebbie, in tempo di pioggia placida ed anche dirotta, tranne qualche rovescio improvviso, raro è che scorger vi si possa alcun indizio di elettricità, o nulla mai a ciel sereno, sia placido, sia ventoso. Stando pertanto alle apparenze e al giudizio di un elettroscopio comune, anche de' più sensibili, direbbesi che il conduttore non è elettrizzato punto, e che per conseguenza non domina elettricità di sorta ne' campi dell'aria poco alti ove quel conduttore porta la testa. Eppure non è così: un altro elettroscopio di gran lunga migliore qual veramente può dirsi il nostro apparecchio, giacché ne adempie con tanto vantaggio le funzioni, ci fa vedere che da qualche elettricità è pur sempre investito quel conduttore, avvegnaché ne si mostri di per sé affatto inerte: ci fa, dico, vedere e toccar con mano ch'egli non ne è mai privo affatto; onde convien giudicare in egual modo che non ne è mai priva l'aria che lo circonda. Ed ecco come restiamo convinti che anche alla più bassa regione dell'atmosfera, e fino a pochi piedi da terra, s'estende l'azione costante e perenne dell'elettricità naturale. Cotal elettricità sebbene insensibile riman-

1. *oscuro nembo*: una variazione, in registro letterario, dei «nuvoloni scuri e tempestosi» precedenti. Le scelte lessicali e sintattiche di Volta testimoniano di una notevole tensione stilistica.

ga finché da quel tratto d'atmosfera si comunica soltanto al detto conduttore, ove poi per mezzo di lui si comunichi insiememente all'elettroforo nostro, si raccorà[1] entro a questo più facilmente e in maggior copia;[a] si è per tal modo che sorger quindi potranno i noti segni di attrazione e di repulsione sensibili abbastanza per dinotarci senza equivoco non che l'esistenza, la specie ancora dell'elettricità, cioè se *positiva* o *negativa*.[2] Che più? non mancherà talora di comparire perfino qualche scintilluzza. Ogniqualvolta poi il conduttore desse già di per sé qualche segno, movendo alcun poco un leggier filo, aspettatevi pure, col soccorso del nostro apparecchio, scintille pungenti e ogn'altro segno vigorosissimo.

3. Ma veniamo senza più al modo di far servire all'intento cotal apparecchio, a cui in questo caso meglio che il nome che altronde porta di elettroforo, l'altro già indicato di *elettroscopio*, anzi pure quello di *microelettroscopio* potrebbe convenire. Ma io amo meglio di chiamarlo *condensatore*[3] dell'elettricità, per usare un termine semplice e piano, e che esprime a un tempo la ragione e il modo de' fenomeni di cui si tratta, come vedrassi nella 2ª parte del presente scritto. Tutto dunque si riduce a queste poche operazioni.

A) Convien prendere un piatto d'elettroforo, che abbia l'incrostatura di resina assai sottile, e a cui o non sia stata dianzi im-

---

a) Come ciò segua si spiegherà nella 2ª parte di questa memoria.

1. *raccorà*: nella lingua di Volta, settentrionale, è comune l'oscillazione scempia / doppia (in seguito, lo scienziato scriverà, ad esempio, *passagio*). 2. *positiva* . . . *negativa*: le due forme di elettricità erano state definite da Franklin: cfr. J. L. HEILBRON, *Electricity in the 17th and 18th Centuries*, cit., pp. 334 sgg. In Italia se ne sapeva qualcosa dal 1752: cfr. G. VERATTI, *Osservazione fatta in Bologna l'anno 1752 de i fenomeni elettrici nuovamente scoperti in America e confermati in Parigi*, Bologna, L. dalla Volpe, 1752. 3. *condensatore*: sulla storia, anche terminologica, della "macchina condensatrice di elettricità", vedi sempre J. L. HEILBRON, op. cit., pp. 310 sgg. (*The Invention of Condenser*). È interessante la preferenza di Volta per il termine «semplice e piano», semanticamente trasparente, nei confronti di quelli composti con elementi greci e latini: una scelta coerente alla politica linguistica dello scienziato che – in una relazione al Firmian (pubblicata da M. GLIOZZI in «Rassegna di cultura e vita scolastica», novembre 1953, pp. 10 sgg.) – lamentava che lo studio della lingua nazionale fosse «non meno a torto che imperitamente [. . .] trascurato [. . .] dai nostri Fidenzi vaghi solo dell'idioma in *or* e in *us*». Né va dimenticata l'ascendenza galileiana di questa scelta e la valenza polemica di essa nei confronti di una terminologia complicata e mistificatoria perché oscurante la verità dei fenomeni.

pressa alcuna elettricità, o se mai vi è stata, vi si sia spenta affatto.

B) A questa faccia resinosa immune da ogni elettricità si soprapponga convenientemente il suo scudo (così io chiamo la lamina superiore dell'elettroforo): voglio dire le si applichi a combaciamento, e si collochi nel bel mezzo in modo che non tocchi in alcun punto l'orlo metallico del piatto, ma rimanga isolato.

C) Così congiunti essendo si adattino sotto al filo conduttore dell'elettricità atmosferica in guisa che lo scudo venga toccato dove che sia dal detto filo, egli solo lo scudo, e in niun modo il piatto.

D) In questa situazione si lascino le cose per un certo tempo, finché lo scudo possa aver raccolta competente[1] dose di quell'elettricità che dal filo conduttore gli s'istilla lentissimamente.

E) Da ultimo sottraggasi al contatto e influsso del filo conduttore lo scudo tuttavia unito al suo piatto; indi si disgiunga anche da questo, levandolo in alto al consueto modo per il suo manico isolante: e allora sarà che se ne otterranno gli aspettati segni cospicui di attrazione, di ripulsione e di qualche scintilla eziandio, di pennoncelli[2] ec. nel tempo che il conduttore di per sé non giugna a mostrar nulla, o appena un'ombra di elettricità.

4. Ho detto (prec. D) che il filo conduttore debbe toccare lo scudo per un certo tempo. Quanto però non è facile il determinarlo, dipendendo dalle circostanze. Talora vi abbisogneranno 8, 10 e più minuti; quando cioè il conduttore da per sé solo non fa vedere il minimo segno di elettricità: altre volte più poco. Che se un debole indizio pur vi comparisse, tantoché un leggier filo facesse cenno d'esserne attratto, basteria in tal caso lasciar in contatto di esso conduttore il nostro scudo sol pochi secondi, per abilitar questo a dar segni molto vivaci.

5. Una cosa si vuol osservare rispetto al filo conduttore medesimo, ed è ch'egli sia ben continuo, o se è possibile d'un pezzo solo dall'alto fino al basso, dove viene a comunicare collo scudo: cioè si dee evitare assolutamente ogni interruzione, e il più che si può ancora le semplici giunture ad anello od uncino, per la ragione che ciascuna di tali giunture portando un qualche impedimento al passagio dell'elettricità, avvenir può che quella, che contrae il conduttore in al-

1. *competente*: sufficiente. 2. *pennoncelli*: i "fiocchi" di elettricità. Per questa terminologia, vedi G. B. Beccaria, *Dei fiori elettrici*, in *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, cit., III, 1780, pp. 242-7.

to, s'arresti, né giunga al luogo desiderato, cioè fino allo scudo. Così succederà diffatti ogni qualvolta l'elettricità è debolissima, se in luogo d'un filo metallico continuo, una catena di più anelli da quello pendente venga a toccare cotesto scudo. Non si creda per questo che una sola giuntura o due possano egualmente impedire la riuscita; ma ne verrà sempre del pregiudizio: e qualora l'elettricità fosse estremamente debole, potrebbe sì per l'indicato difetto mancare del tutto l'esperimento.

6. Riguardo all'elettroforo da adoperarsi altre osservazioni rimangono, di cui ora mi convien parlare. E la prima accennata sopra al § 3 (lett. A) si è che lo strato resinoso importa molto che sia sottile, avendo io sempre provato che quanto più lo è, tanto maggior dose di elettricità permette, anzi, fa che si raccolga entro allo scudo cui porta indosso di quell'elettricità, dico che gli s'infonde o dall'atmosfera per mezzo del filo conduttore, o da qualsivoglia altra potenza elettrica. Se fosse pertanto stesa la resina alla spessezza d'un quarto di linea,[1] o non maggiore di una mano di vernice, riuscirebber le prove ottimamente; siccome all'incontro essendo grossa un pollice[2] o più, andrebber le cose malissimo.

7. In secondo luogo la superficie di essa resina debb'essere quanto si può piana e liscia, e piana e liscia similmente l'inferior faccia dello scudo, sicché vengano a combaciarsi bene (ivi lett. B). È noto quanto un miglior combaciamento favorisca gli effetti dell'elettroforo; ond'ebbi ben ragione di raccomandar questa come una delle principali condizioni nella descrizione che pubblicai a suo tempo di questa machina.[a] Ma è ancor più grande l'influenza che

---

a) Si truova questa descrizione in un colle principali esperienze, e un piccol saggio di spiegazione, in due memorie indirizzate in forma di lettera al dr. Priestley, e pubblicate in un'opera periodica di Milano intitolata *Scelta d'opuscoli interessanti*, per l'anno 1775.[3]

1. *d'un quarto di linea*: uno spessore minimo (meno di un millimetro), dunque, dato che una linea "lombarda" valeva 0, 30221 cm. 2. *pollice*: un *pollice* "lombardo" valeva 3, 6265 cm, quello parigino 2, 7071 cm: Volta non specificò mai il sistema adottato, ponendo problemi gravi ai suoi studiosi, anche se oggi si propende all'ipotesi di un suo impiego della misura regionale. 3. Per le vicende testuali del saggio, vedi *Articolo di una lettera del signor don* ALESSANDRO VOLTA *al signor dottore Giuseppe Priestley*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 93 sgg. (un testo del 10 giugno 1775). La *Scelta d'opuscoli interessanti le lettere e le arti* fu pubblicata a Milano dall'editore Marelli, e nel 1775-1784 accolse molti scritti di elettrologia;

l'ampio e perfetto contatto ha sopra l'istesso apparecchio, allorché il medesimo agisce in qualità di condensatore.

8. Da ultimo merita particolar attenzione quanto alla già citata lett. A si è prescritto, che alla faccia resinosa, cui si applica lo scudo, non dee essere impressa alcuna elettricità. La ragione per cui vuolsi che ne sia affatto priva ella è che altrimenti i segni dello scudo, allorché s'alza, diverrebbero equivoci, non essendo più la sola elettricità trasfusa in esso scudo dal conduttore atmosferico quella che giuoca,[1] ma insieme anche l'altra occasionata dall'elettricità impressa ed inerente alla faccia resinosa: quando a noi importa di esplorare la sola sopraveniente al detto scudo.

Se dunque la faccia resinosa del piatto, di cui volete servirvi, è rimasta sempre intatta, va bene. Ma se è stata già eccitata, e vi si mantiene tuttavia parte dell'impressa elettricità, egli convien fare di tutto per ispègnarla: ciò che non è sì agevol cosa. Il passarvi sopra un panno alquanto umido, applicandolo ben bene a tutta la superficie, è un de' mezzi più efficaci ch'io mai abbia trovato;[a] pur non toglie talvolta che dopo qualche tempo lo scudo posatovi sopra e, previo il solito toccamento, rialzato, non attragga sensibilmente un filo. Lo stesso succede non di raro anche dopo aver tuffato tutto il piatto nell'acqua, lasciatovelo un pezzo, e quindi fattolo rasciugare all'aria. Lo squagliare la superficie della resina al fuoco o al sole, è forse il più sicuro spediente per farne svanire tutta quanta l'elettricità, sicché non ne rimanga pur ombra o vestigio nella stessa resina, rassodata che sia.[b] Una maniera più spedita è di far passare

---

a) Vegg. l'accennata descrizione dell'elettroforo.

b) È stato creduto per molto tempo che il calore, e molto più la liquefazione del solfo e delle resine, bastasse senz'altro ad eccitarvi l'elettricità. Ma tranne la tormalina, ed alcune altre pietre, che sì veramente concepiscono l'elettricità pel solo calore, le resine e il solfo non è mai che lo facciano, se loro non sopravvenga qualche stropicciamento o tocco almeno d'altro corpo. L'errore è nato, come ha avver-

Joseph Priestley (1733-1804) è il celebre fisico inglese studioso di elettricità e storico dell'elettricismo. Vedi la nota 1 a p. 864. 1. *giuoca*: Volta adotta, sebbene con incoerenza, la legge del dittongo mobile (forma dittongata alla tonica e forma monottongata all'atona) prescritta dai grammatici; qui segue la legge (*giuoca*), ma altre volte no (vedi, più oltre, *mova*); del resto, anche molti toscani non rispettavano tale legge.

sopra tutta la faccia della resina la fiamma di una candela o d'un foglio di carta acceso. A qualunque però di tai mezzi uno si appigli, per accertarsi che l'elettricità sia spenta a segno che più non possa aver parte alcuna l'azione propria dell'elettroforo agli effetti che risultar debbono unicamente dall'elettricità infusa allo scudo dal conduttore atmosferico, converrà far prima la prova se posato esso scudo sulla faccia resinosa, toccato col dito, e rialzato al consueto modo, non mova neppure un sottilissimo pelo: allora non producendo alcun effetto in qualità d'elettroforo, servirà ottimamente all'altr'uso, cui vien destinato, di condensatore dell'elettricità.

9. Se mi si dimandasse ora a qual grado giunga nel descritto apparecchio cotal condensazione dell'elettricità, cioè a quanto maggior forza sorger possano i segni elettrici nello scudo quando s'alza, risponderei che non è facile il determinarlo, dipendendo da molte circostanze. Che però, le altre cose pari, l'aumento è maggiore in ragione che il corpo che fornisce l'elettricità allo scudo si truova avere maggiore capacità;[1] ed è più grande in proporzione che la forza elettrica impiegata è più debole. Così vedemmo già che se il conduttore atmosferico non ha la forza di alzare d'un grado il pendolino[2] dell'elettrometro, movendo appena un sottil pelo, ed anche meno di questo, potrà tuttavia abilitare lo scudo non che a vibrar l'elettrometro a più gradi alto, ma a scagliare pur anche vivace scin-

---

tito il prof. Beccaria[3] con altri, da che ogni legger tocco della mano o di checché altro può bastare in tali circostanze favorevoli. Senza questo la materia fusa abbandonata a sé stessa nel rapprendersi e dopo, tanto è lungi che contragga alcuna elettricità, che anzi perde quella qualunque che per sorte aver potesse prima della fusione, come le nostre sperienze ci assicurano. Né fia maraviglia: giacché tutti i corpi coibenti per un forte grado di calore divengono conduttori; e i corpi resinosi in ispecie lo sono già quando si trovan molto rammolliti, e più allorché cominciano ad entrare in fusione.

1. *capacità*: più oltre Volta sottolineerà il significato tecnico del termine. 2. *pendolino*: era formato da un filo d'argento alla cui estremità era una pallina di sughero o di midollo di sambuco. 3. Giambattista *Beccaria* (Mondovì 1716 - Torino 1781), il maestro di Volta, cui lo scienziato dedicò il *De vi attractiva ignis electrici ac phaenomenis inde pendentibus* (cfr. *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 21-52): era considerato uno dei massimi fisici del Settecento piemontese e notevole "elettricista", come dimostrano le *Opere dell'elettricismo* [. . .], Macerata, Cortesi, 1793. Per la *tormalina* vedi la nota 1 a p. 963.

tilla (§ 2. e seg.). Ma se l'elettricità nel conduttore atmosferico sarà più forte a segno di dare qualche scintilletta, di mandare l'elettrometro a 5 o 6 gradi, lo scudo che riceverà questa elettricità, darà gli è vero una scintilla assai più forte, e l'elettrometro vibrerassi al più alto punto, es. gr.[1] a 100, 120 gradi. Ad ogni modo è visibile che la condensazione dell'elettricità né in questo è minore che nel p.° caso, in cui venne aumentata sì, ma non di 60 volte; la ragione è che al di là del massimo non si può andare, cioè di quel grado a cui giunta l'elettricità si dissipa da sé stessa aprendosi il passagio per tutto. Dunque a misura che la potenza elettrica, la quale si applica allo scudo posato, è più vicina a tal sommo grado, minor accrescimento può ricevere dall'apparecchio condensatore. Ma che bisogno abbiamo noi allora di lui, e tutte le volte che l'elettricità è già sensibile e forte abbastanza?

L'uso a cui vien destinato è di sottrarre e, raccolta sopra di sé sufficiente dose, render sensibile quella, che è languida affatto e impercettibile, finché rimane nel gran conduttore in pace (1).

10. Quando dunque il conduttore vi dà già da sé solo segni abbastanza distinti di elettricità, non accade ricorrere all'altro apparecchio. Dirò dippiù[2] che il farlo può produrre un grande inconveniente, ed è che per poco che l'elettricità del conduttore sia vigorosa, a segno di dare qualche scintilla, avviene allora che facendogli toccare lo scudo, l'elettricità non si arresti in lui solo, ma che passi in parte ad imprimersi alla faccia resinosa cui copre; onde in seguito l'apparecchio prenda a fare le funzioni di vero elettroforo: ciò che per le ragioni già dette (8) si dee con ogni studio evitare.

11. Per prevenire un tal inconveniente ho pensato di surrogare al piatto incrostato di resina un piano che non fosse vero e perfetto isolante, assolutamente impermeabile al fluido elettrico; ma tale solamente che opponesse una discreta resistenza al suo passaggio, come una lastra di marmo asciutta e politissima, un piattello di legno similmente asciutto ed arido, oppure incrostato di gesso, o meglio ancora inverniciato, una tela incerata secca e monda, od altro simile. Alla superficie di tali corpi non avverrà d'ordinario che s'affigga l'elettricità potendo, appiccata che sia, scorrere e trapassare per entro ad essi; o se pur talvolta ve ne rimanesse un pocolino,

1. *es. gr.*: per esempio (con una grafia che è costante in questo scritto).
2. *dippiù*: si noti il raddoppiamento (frequente in scrittori settentrionali).

quasi stagnante, sia questa passaggiera, in brevi momenti svanita. Quindi è che un tal apparecchio, inatto alle funzioni d'elettroforo, non ce ne darà i fenomeni; ma per questo appunto meglio servirà all'altr'uso di condensatore.

12. Sostituendo così allo strato resinoso o a qualsivoglia altro coibente perfetto un piano o strato che sia mezzo tra coibente e deferente,[1] cioè un corpo isolante molto imperfetto e insieme imperfettissimo conduttore, quali sono nelle divisate circostanze gl'indicati corpi (§ prec.), non solamente si toglie o si fa minore il pericolo di qualche elettricità che possa imprimersi e restar aderente alla superficie del piatto, la quale renderebbe equivoche le sperienze delicate; ma inoltre un notabile vantaggio da noi si ottiene, ed è che lo scudo posato su tai piani non affatto isolanti cava dal conduttore e si tira addosso maggior dose di elettricità che se posato fosse sopra uno strato resinoso, od altro perfetto coibente. E come detto già abbiamo (6) che uno strato resinoso quanto è men grosso tanto più abilita la lamina che gli è sovrapposta ad arricchirsi di elettricità; così tale strato ridotto ad una semplice vernice, o intonaco di cera, l'una e l'altra già men coibente della resina, e infine ridotto a niente, sostituendovi soltanto una superficie poco deferente, come quella del marmo o del legno arido, somministra alla lamina metallica la più favorevole positura che mai aver possa per raccogliere nel suo seno abbondante elettricità.

13. Guardiamoci però, nel voler ischivare il troppo di coibenza, di dare nel poco, accostandoci ai deferenti perfetti, o quasi perfetti. Non bisogna perder di vista che la superficie del piatto dee opporre una discreta resistenza al trapasso del fluido elettrico per rattenere una competente dose di elettricità nello scudo addossatole (11). Ma basta che ciò faccia per un qualche picciolissimo tempo; d'uopo essendo non rare volte di tenervi confinata l'elettricità otto, dieci e più minuti, quanti cioè ne impiega il conduttore atmosferico a raccoglier dall'aria ed infondere in esso scudo tal copia di elettricità che possa rendersi sensibile e cospicua (3, D, 4).

Dal che facilmente s'intende quanta attenzione pur convenga e nella scelta del corpo da surrogarsi allo strato di resina e nella convenevole preparazione del medesimo: la quale preparazione con-

1. Al termine *coibente* (di vasto uso nella prosa elettrologica del Settecento) Volta aggiunge il tecnicismo *deferente* – immediatamente spiegato – che ha qui una delle sue prime attestazioni.

siste generalmente in certo grado di essiccamento che lo riduca allo stato di semicoibente né più, né meno. Ad ogni modo fia meglio peccare per eccesso di coibenza che per difetto; meglio prendere un piatto qualsivoglia incrostato di resina che un desco[1] di legno nudo non aridissimo, una lastra d'osso, od una di marmo comune non previamente riscaldate al sole o al fuoco: giacché niun osso e pochissimi tra i marmi ho trovato che valgano a tener confinata l'elettricità nello scudo che combaciano oltre ad un minuto o due al più, se abilitati non vengano da un convenevole riscaldamento. Disposti però che siano in tal modo, e ove singolarmente incontrata si sia ottima qualità nel marmo, riescono a meraviglia e sorpassano ogni aspettazione; onde sosterrò sempre con ragione che sì fatti piani di legno, d'osso, di pietra, nudi come sono, e ancora notabilmente deferenti, meritano tuttavia d'essere preferiti a un ordinario piatto d'elettroforo fornito del suo strato resinoso.

14. Venendo ora più davvicino alla maniera onde praticamente si può ridurre il nostro apparecchio alla maggior perfezione, per ritrarne il più gran vantaggio, dopo aver ricordato come conviene soprattutto che lo scudo s'adatti bene a combaciamento col piano sottoposto (3, let. B e 7), soggiugnerò che per ottener ciò nel miglior modo è bene d'appigliarsi ad una lastra di marmo, e questa insieme alla lamina o scudo metallico spianare ben bene, lavorandole una sopra l'altra, finché sian ridotte a tale perfetto combaciamento che ne nasca sensibile coesione tra loro.

Il marmo poi così lavorato si esponga per molti giorni al calore d'una stufa, con che, espellendosi l'umido di cui anche tali pietre sono spesso imbevute, verrà il marmo condotto a questo stato d'imperfettissimo conduttore, che è l'ottimo per le sperienze di questo genere (12, 13); e si manterrà tale per un pezzo, sol che non resti lungamente esposto al grand'umido: poiché per quell'umidore che può contrarre accidentalmente e in poco tempo, non essendo

1. *desco*: l'Edizione Nazionale ha ben fatto a mantenere questa lezione, senza correggere in *disco*, come nella *Collezione dell'opere* edita dall'Antinori. *Desco* è la parola usata tradizionalmente fino al Seicento; *disco* sarà accolto in quel secolo. Ma nella prosa, per tanti aspetti "formale", di Volta, *desco* è un arcaismo letterario (alternante con *disco*) del tutto intonato alle scelte dello scrittore. È del resto una caratteristica superindividuale della prosa scientifica quella di arcaizzare rispetto alla coeva prosa letteraria: e per conferire dignità alla scrittura e per rispettare il codice più assestato e attestato.

che superficiale, non verrà esso marmo a deteriorarsi notabilmente; e basterà prima di sperimentare esporlo per alcuni minuti al sole, o pur anche asciugarlo con un pannolino caldo.

15. E qui giova avvertir di nuovo che non tutti i marmi sono egualmente buoni. In generale i più vecchi, e che da molto tempo sono stati guardati[1] dal grand'umido riescono incomparabilmente meglio che quelli tratti di fresco dalla cava o stati esposti lungamente all'ingiurie dell'aria; onde questi solamente han bisogno dell'essiccamento nella stufa. Ma oltre di ciò àvvi ancora notabilissima differenza tra una specie e l'altra di marmo: ne ho trovato di tali che, senza riscaldarli né tampoco asciugarli, fanno sempre a meraviglia, e di tali altri che, anche con una tal preparazione, non corrispondono troppo bene; a meno che non si continui loro il caldo durante il tempo dell'esperienze. Sopra tutti finora ho trovato eccellente il bel marmo bianco di Carrara.[2] Ciò non pertanto io non so abbastanza raccomandare di riscaldare e questo e gl'altri marmi, almeno un poco innanzi adoperarli: con che vantaggian sempre, per eccellenti che siano, ed essendo cattivi vengono a migliorarsi insignemente, e sì ad agguagliarsi ai più buoni: anzi posso dire per esperienza che la maggior parte dei marmi di lor natura poco buoni, ove siano ben riscaldati previamente e in seguito si mantengano tiepidi tutto il tempo dell'esperienza, prevalgono se non a tutti a molti dei migliori non punto riscaldati.

16. A chi però sembrasse incomoda questa preparazione (la quale per altro a che si riduce? Ad esporre il piatto di marmo al sole, od a presentarlo per poco d'ora innanzi al fuoco d'un cammino, o al più tenerlo su d'uno scaldavivande ove sia o cener calda o pochi carboni accesi) io suggerirò il mezzo di dispensarsene: basta di dare alla faccia piana del marmo una buona mano di vernice copal,[3] da asciugarsi quindi in una stufa ben calda o in un forno tantoché prenda un color d'ambra tirante al bruno. La vernice medesima

1. *guardati*: nel significato del francese *garder*, cioè riparati, preservati. 2. *marmo bianco di Carrara*: quello più pregiato, impiegato dagli scultori per la "grana" fine. 3. *vernice copal*: vernice a base di resina *copale*, una ragia estratta da piante esotiche, dal tipico colore tra il giallo e il rossiccio. Si noti la forma spagnola (dall'azteco) che era stata introdotta per la prima volta in Italia da Antonio Vallisneri, sembra, nel 1730: vedi M. CORTELAZZO-P. ZOLLI, *Dizionario etimologico della lingua italiana*, 1/A-C, Bologna, Zanichelli, 1979, s.v. *copàle*.

d'ambra[1] sarà ottima, siccome pure la lacca. Con ciò non solo i buoni, ma i cattivi marmi eziandio serviranno mirabilmente all'intento (che è sì pure un gran vantaggio) e serviranno in ogni tempo senza previo riscaldamento, o almeno senza continuarlo loro durante l'esperienza.

17. Appigliandosi a questo spediente della vernice si può benissimo in luogo del piatto di marmo far servire una lamina di metallo eguale all'altra lamina o sia scudo, e resa perfettamente combaciante col lavorare, come si è detto (14), i due piani un sopra l'altro. Se la la vernice si desse ad amendue le facce combacianti, non sarebbe male; ma basterà anche il darla all'una o all'altra: in questo caso però una mano sola di vernice, che saria più che sufficiente per la lastra di marmo, forse non basteria per la lamina metallica, ma ce ne vorrebbe una seconda ed anche una terza mano.

18. Ma con ciò, mi si dirà, noi siam ricondotti ad un vero piatto d'elettroforo, giacché l'intonaco di vernice tien qui luogo del sottile strato di resina. Io non voglio negarlo; anzi dirò d'aver provato che e il metallo e il marmo, singolarmente così inverniciati, son tali che l'elettricità vi si affigge facilmente, e non men facilmente vi si eccita per istrofinamento, talché il solo strisciare che faccia lo scudo sulla superficie inverniciata del piatto, o il percuoterla con qualche forza mentre si viene a posar sopra cotesto scudo, basta perché poi dia segni sensibili di elettricità allorché si distacca. Talora anzi non è possibile d'impedire che questo succeda, per quanto si procuri di posar lo scudo pian piano, e di alzarlo senza punto strofinare. Tal importuna elettricità però è debolissima, e non si suscita che nel caso in cui il piatto verniciato si trova asciugatissimo e ancor tiepido dal sole o dal fuoco. Sì fatto asciugamento e riscaldamento adunque non solo non è necessario per le nostre sperienze quando adoperiamo un piano verniciato, com'è necessario quasi sempre ove s'adoperi il marmo nudo (13, 15, 16), ma non è neppure molto proficuo da una parte; e dall'altra egli è assolutamente pregiudizievole, perciò che, dando luogo ai fenomeni d'*elettroforo*, può facilmente produrre equivoci ed incertezze (8).

19. Qual vantaggio adunque, mi si dirà un'altra volta, nell'adoperare in luogo di un ordinario elettroforo, un piatto inverniciato?

1. *vernice . . . ambra*: vernice a base di ragia di resina fossile di conifera: buona conduttrice, venne sperimentata da Volta per rivestire molti suoi apparecchi elettrici.

Altronde si è pur detto che vuol preferirsi un piatto nudo di marmo (11 e seg.). Il vantaggio del piatto verniciato sopra l'un ordinario d'elettroforo è, 1°, che la vernice sarà sempre più sottile di qualunque incrostatura resinosa; 2°, che quella meglio che questa può lasciare la superficie del piatto, sia di marmo sia di metallo, piana e liscia in modo che lo scudo vi s'adatti ancora quasi a coesione: due circostanze quali veduto già abbiamo (6, 7, 14) quanto influiscano alla buona riuscita delle sperienze di cui si tratta. Riguardo al piatto nudo di marmo, egli è ben vero che questo può servire egualmente bene, e forse meglio, s'egli è d'ottima qualità, o allorché si tenga convenevolmente riscaldato (13); ma valutando bene le cose, l'incomodo, cioè, di tal preparazione, qualunque egli sia (16), e la difficoltà d'aver il marmo perfetto (15), credo che convenga ancora l'espediente della vernice, che vi dispensa da tutto questo (16). Vi resta è vero l'altro inconveniente di potervisi per poco affiggere l'elettricità; ma oltreché anche il marmo perfettamente asciutto, e molto più se caldo, non va esente da tal incomoda disposizione, egli non è poi tanto difficile di ciò scansare adoperando le debite attenzioni; e l'accurato sperimentatore non lascierà di assicurarsi coi mezzi che già si sono indicati (8) che non trovasi neppur ombra di elettricità impressa alla faccia verniciata quando imprende a fare col condensatore delle sperienze delicate.

20. Al piatto di marmo e di metallo inverniciato va di paro un piano qualunque coperto di buona tela incerata secca e monda, di taffetà cerato,[1] di raso o d'altro drappo di seta il quale più che è sottile è meglio: dico che questi piani così vestiti van di paro agl'altri verniciati, stante che non han bisogno che d'avere cotal veste ben asciutta, e al più un pocolino riscaldata prima di servirsene; anzi pure e la tela e il taffetà incerati non attraendo molto l'umido, non hanno d'ordinario neppur bisogno d'essere posti al sole o al fuoco innanzi farne uso. Il ciamberlotto,[2] il feltro ed altri drappi di pelo son buoni anch'essi, ma men della seta; quei di lana o di cotone, meno ancora; e i più infelici sono quei di canape e di lino: ad ogni modo un buon asciugamento e un gentil calore continuato possono abilitare anche questi, siccome pure abilitano la carta, il cuoio, il

1. La parola francese (*taffetas*), già documentata in testi italiani a partire dal Cinquecento, conosce nel Settecento un rilancio sull'onda della moda. Il *taffetà cerato* era impiegato da Volta come "cerotto" isolante. 2. *ciamberlotto*: o cammellotto, era un tessuto ruvido, di lana caprina.

legno, l'avorio e gl'altri ossi, tutti insomma i corpi che sono da sé stessi imperfettissimi conduttori, anzi non conduttori, ma troppo bibaci dell'umido, cui perciò convien espellere fino a un certo segno.

21. Dico *fino a un certo segno*: perché un troppo grande isolamento è pregiudizievole anziché no, come si è già accennato (6, 12), e come si farà più chiaramente vedere nella 2ª parte di questa memoria. Or dunque se i detti corpi vengano spogliati affatto d'umido, posti per esempio a seccare nel forno, in tal caso siccome diverranno veri e perfetti coibenti a par delle resine, così non serviranno più al nostro intento, a men che non sian ridotti ad uno strato sottile, e questo strato applicato ad un conduttore (ivi) in modo che ne risulti un vero piatto d'elettroforo.

22. Non lascerò da ultimo di dire che si può rendere l'apparecchio ancor più semplice se si applichi sia l'intonaco di vernice, sia la veste d'incerato, sia il taffetà od altro velo di seta, sia in fine qualunque materia semicoibente, alla faccia inferiore dello scudo, in luogo di coprirne il *piatto*; il quale in questo caso diventa inutile, servendo allora in sua vece un piano qualunque egli sia, un tavolo di legno o di marmo, anche non ben asciutti, una lastra di metallo, un libro od altro conduttore, buono o cattivo che sia, sol che vi si possa applicare convenientemente la faccia vestita dello scudo.

E in vero altro più non si ricerca per la buona riuscita delle sperienze se non che l'elettricità, che tende a passare dall'uno all'altro dei piani combaciantisi, incontri sull'una delle superficie tale resistenza che valga a trattenerla, come si è già accennato (11) e si farà chiaro nella stessa seconda parte; dove al dippiù mostrerassi come a tale effetto basti anche una picciola resistenza. Ciò posto, che lo strato sottile coibente o quasi coibente tenga al piano di sotto o a quel di sopra, egli è lo stesso: quello che importa è che si combacino bene (7); la qual cosa non è sì facile ottenere allorché si posa lo scudo su d'un tavolo od altro piano non preparato a bella posta. Egli è solo per questa ragione, per ottenere cioè un più esatto combaciamento, che io dò la preferenza a due piani lavorati un sopra l'altro intonacandoli quindi od amendue, o uno solo, qual più mi piace (14, 17). Del resto la comodità d'avere per tutto l'apparato una sola lamina di metallo inverniciata da un lato, o coperta di taffetà, e dall'altro guernita di tre cordoncini di seta, fa che io me ne serva più comunemente: e la riuscita, se non agguaglia per avventura

quella dell'altro apparecchio composto dei due piani lavorati un sopra l'altro, è tale però che basta d'ordinario all'intento.

23. Fin qui noi abbiamo considerato l'utile che si può ritrarre dal nostro apparecchio condensatore applicato ai conduttori per esplorare l'elettricità atmosferica, allorché è debole affatto ed impercettibile.[a] Questo però, a cui vien destinato principalmente, non è il solo uso che far se ne possa, né il solo vantaggio che ci procura: serve altresì molto per l'elettricità artificiale, a discoprirla cioè ove per altra via non si manifesterebbe, o a renderne i segni assai più cospicui. Molti sono i casi in cui l'elettricità, che è nulla in apparenza, o molto dubbia, vi si renderà chiara e sensibilissima coll'aiuto di tal apparecchio: ne andrò accennando per modo d'esempio alcuni.

---

a) A questo proposito non debbo omettere che ne' pochi giorni in cui m'applicai a spiare l'elettricità atmosferica col soccorso del *condensatore*, non son rimasto senza buon frutto raccorne. Il sig. Canton[1] ed altri assicuravano di aver ottenuto dall'apparato atmosferico de' segni elettrici più vivi dell'ordinario in tempo di qualche aurora boreale; ma molti de' fisici non sono persuasi ancora che l'elettricità influisca in queste meteore, e alcuni lo negano formalmente. Io stesso ne dubitai moltissimo: ora però parmi la cosa certa; e posso dire d'aver veduto e toccato con mano. In quella bellissima aurora comparsa nella notte dei 28 ai 29 luglio dell'anno 1780[2] quando salendo a poco a poco dall'orizzonte fu ascesa tra le 4 e le 5 ore italiane allo zenit, spargendo tutt'all'intorno un vaghissimo lume rossigno, il cielo altronde essendo sereno e ventoso, si ottennero col favore dell'apparecchio condensatore da un conduttore atmosferico ordinario molte belle scintillette chiare e crepitanti: quando in tutti gl'altri tempi sereni, e in ogni ora del giorno e della notte dall'istesso conduttore e coll'aiuto dell'istesso condensatore o non ottiensi scintilla o minutissima soltanto; e ciò perché quel conduttore atmosferico non è né alto molto, né molto ben situato.

1. John *Canton* (Stroud, Gloucester, 1718 - Londra 1772), fisico e astronomo, membro dal 1751 della Royal Society, che verificò nel 1752 – 20 luglio – le esperienze di B. Franklin sull'elettricità atmosferica. Era giudicato un'autorità in fatto di "isolanti"; Volta conobbe, forse, il *Traité sur les aimans artificiels*, tradotto da Antoine Rivoire, Paris, H.-L. Guérin l'aîné, 1752; sulle sue ricerche atmosferiche, vedi ancora J. L. HEILBRON, op. cit., pp. 374-5 e note. 2. *aurora . . . 1780*: molte aurore boreali si manifestarono tra il 1777 e il 1780, e furono visibili in tutta la Lombardia. Vedi la testimonianza di G. BIFFI, *Diario* (*1777-1781*), a cura di G. Dossena, Milano, Bompiani, 1976, p. 11.

24. 1°. Una boccia di Leyden[1] caricata, e quindi addotta alla scarica coll'applicarvi tre o quattro volte l'arco conduttore e con replicati toccamenti della mano, vi sembra omai spogliata affatto della sua elettricità. Ma che? Toccate coll'uncino[2] di tal boccietta[3] la lamina metallica posata convenevolmente (cioè sopra qualunque piano, s'ella è ben inverniciata nella faccia inferiore, o vestita di taffetà, ec. oppur s'è nuda sopra sottile strato resinoso, o su d'un incerato, o su drappo di seta, o sopra tavolo di legno inverniciato, o sopra lastra di marmo ben asciutto) e tosto alzata cotal lamina o scudo ne avrete segni elettrici sensibilissimi: dal che concluderete che l'elettricità della boccietta non era già tutta spenta, come appariva. Che se questa avesse una carica sensibile a segno di attrarre un leggier filo, in tal caso lo scudo toccato dall'uncino anche per un sol momento e quindi alzato vibrerà vivace scintilla. Riposto quello, e ritoccato coll'istesso uncino della boccia, e rialzato di nuovo, ne otterrete una seconda scintilla, nulla o poco men vivace della prima; e un tal giuoco potrassi continuare per molte volte con pari diletto e meraviglia.

Cotesto artificio di produr scintilla, e replicate, con una boccietta che non ha carica sufficiente per farlo da sé sola, vi appresta una grande comodità per varie sperienze dilettevoli, come quelle della mia pistola e della lucerna ad aria infiammabile,[4] massimamente trovandovi provveduto d'una di quelle boccette preparate alla maniera del sig. Tiberio Cavallo,[a] le quali si possono portare cariche

a) Vedi il suo *Trattato di elettricità*.[5]

1. *boccia di Leyden*: vedi la nota 2 a p. 965. 2. *uncino*: la parte sporgente del "collo" della bottiglia, che comunicava le scariche elettriche. 3. *boccietta*: si noti la scrittura con *i* dopo palatale, uno dei casi più frequenti di oscillazione grafica (rispetto a *boccetta*, pur presente in Volta). 4. *come quelle... infiammabile*: le famose "invenzioni" del 1776-1777. 5. *Tiberio Cavallo* (Napoli 1749 - Londra 1809), fisico, amico di Volta, costruttore di "batterie portatili" – piccole "boccette" di Leyda – assai stimate dai fisici dell'epoca. Volta conosceva il *Trattato completo d'elettricità teorica e pratica, con sperimenti originali*, apparso a Firenze, Cambiagi, nel 1779 (che era la traduzione dell'edizione inglese del 1777). Delle boccette si parla a p. 431: e sono fiale tascabili «nelle quali la superficie interna era posta in comunicazione col pomo mediante un conduttore infilato in un tubo di vetro che attraversava il turacciolo. Sfilando il tubo dalla bottiglia, era difficile che le due armature potessero comunicare tra loro elettricamente, onde la carica si manteneva a lungo» (così M. GLIOZZI, in A. VOLTA, *Opere scelte*, cit., p. 134, nota 5).

in tasca molto tempo. Queste poiché conservano una carica sensibile alcuni giorni, ne conserveranno una insensibile per settimane e mesi: insensibile, dico, senza l'aiuto del nostro apparecchio condensatore; ma con questo sensibilissima e più che sufficiente all'uopo di accendere la pistola, ec.

25. 2°. Avete una macchina elettrica meschina, così mal in ordine e in tali circostanze sfavorevoli d'umido ec. che non potete trarre la più piccola scintilla dal conduttore, il quale appena attrae un leggerissimo filo, o non giugne neppur a tanto. Or via fate toccare a tal conduttore inerte il nostro apparecchio, ossia lo scudo posato come conviene, e lasciate che il toccamento duri per qualche minuto, tenendo sempre in azione la macchina, e vi riuscirà di ottenere, col solito giuoco di staccare lo scudo dal sottoposto piano, una buona scintilla ed ogn'altro segno vivace.[1]

26. 3°. Sia pur la macchina buona, e agisca a dovere; ma il conduttore trovisi così male isolato che l'elettricità non vi si possa accumulare a segno di dar scintilla, e neppure di attrarre un filo: come quando l'istesso conduttore tocca al muro della stanza, o quando una catena pende da esso sopra un tavolo e fin sopra il pavimento della stanza. In simil caso crederete che l'elettricità per quelle comunicazioni si disperda intieramente, ma cercando più oltre, ricorrendo cioè al condensatore, troverete che un poco se ne trattiene ad ogni momento nel conduttore tuttoché non isolato, e tanto che, durando l'azione della macchina qualche tempo, i molti pochi raccolti insieme nello scudo, per la vantaggiosa disposizione ch'egli ha di tirar sopra di sé l'elettricità (2), fanno ch'il medesimo sia poi in istato di dar segni abbastanza forti.

27. 4°. L'ordinaria maniera di strofinare alcuni corpi, e quindi presentarli ad un elettrometro, onde vedere se per tal mezzo abbiano o no contratto qualche elettricità, è in molti casi insufficiente, dimodoché sovente si crede che sia nulla, sol perché debolissima. Si trae dunque un gran vantaggio strofinando corpi dubbi collo scudo o lamina metallica del nostro apparecchio, che in questo caso deve esser nuda, poi levatala in alto isolata interrogando lei medesima, la quale darà segni abbastanza sensibili per qualunque picciola ed in-

1. *Avete . . . Or via . . . vivace*: si noti il registro colloquiale-didattico frequente in questa scrittura, in alternativa a registri diversi, più formali, pur ampiamente presenti nella prosa composita di Volta.

sensibile elettricità eccitata nel corpo, contro cui si è strofinata, e dinoterà quale specie di elettricità quello abbia contratta, giacché si sa che debbe essere nei due contraria. Anche il sig. Cavallo si serviva di questo mezzo per iscoprire l'elettricità in molti corpi.[a] Ma ve n'è uno a certi riguardi migliore, che certamente né egli né altri, ch'io sappia, han conosciuto. Quando il corpo, di cui si vuol provare la virtù, non è tale che vi si possa addattare in piano la lamina metallica per dimenarla sopra strofinando, si può fare così: posata la lamina sopra il solito piano semicoibente, si strofini essa, o meglio si percota[1] a vari corpi col colpo in questione; il che fatto, si levi la lamina e si osservi se è elettrizzata: lo sarà certo nel caso che vi siate servito a percuoterla di una striscia di cuoio, d'una corda, d'un pezzo di panno, di feltro, o simili cattivi conduttori; e lo sarà assai più che se l'aveste sferzata o strofinata per egual maniera coi medesimi corpi stando essa lamina metallica isolata. In somma coll'uno o coll'altro degl'indicati mezzi voi otterrete elettricità da corpi che non avreste mai creduto che godessero di questa virtù, anche da corpi non secchi, da tutti infine eccetto solo i metalli e i carboni: dirò dippiù ch'io ne ho ottenuto qualche volta strofinando la lamina metallica colla mano nuda.

28. 5°. Si è cercato se il calore, l'evaporazione, le fermentazioni, ec. producano qualche grado di elettricità, ossia cagionino qualche alterazione alla dose naturale del fluido elettrico nei corpi che subiscono cotesta azione e in quelli che ne sono in contatto. La ricerca era di grande importanza per fissar pure qualche idea sull'origine dell'elettricità naturale, ossia atmosferica. Io so di molti che hanno tentato specialmente sull'evaporazione delle sperienze invano, anche hanno infine rinunciato alla speranza di ottenere per tal mezzo segni elettrici;[2] né so d'alcuno che sia ancor giunto ad ottenerli. Le mie proprie sperienze non avean avuto miglior successo; ad ogni modo, ben lungi di rinunciare ad ogni speranza, le andava sempre più nodrendo. Da gran tempo io aveva imaginato che le dissoluzioni, le effervescenze, le volatilizzazioni, ec. sconvolgendo le minime

---

a) Vedi il suo trattato, cap. VI, p. IV.[3]

1. *percota*: vedi la nota 1 a p. 1004. 2. *Io so di molti... elettrici*: Peter van Musschenbroek e Jean-Antoine Nollet in particolare. Vedi sempre J. L. HEILBRON, op. cit., pp. 353, 414, 422 e 423, nota. 3. L'edizione dell'Antinori specificava la pagina: «pag. 434».

particelle, e forma e posizione mutandone,[1] doveano coll'alterazione delle forze mutue di esse particelle aumentare o diminuire le rispettive capacità dei corpi sottoposti a que' moti intestini, e conseguentemente occasionare dove condensazione, dove rarefazione del fluido elettrico: ne era così persuaso che non sapevo darmi pace che l'elettricità non si manifestasse per alcuno di tai processi; di tal mancanza di segni pertanto io ne accagionava parte alla debolezza dell'elettricità che per tal modo si eccitava, parte alla dissipazione di essa prodotta dai vapori medesimi che si sollevano durante il processo e distruggono quasi intieramente l'isolamento: mi compiaceva però sempre a pensare che l'avrei un giorno potuta scoprire cotesta elettricità fugace, moltiplicando le sperienze e mettendovi più di attenzione e di accuratezza.[a] Due anni sono, allorché fui passo passo condotto alla maniera di condensare a un segno sì grande l'elettricità coll'apparecchio qui descritto, i miei pensieri si rivolsero nuovamente all'oggetto delle antiche mie ricerche, e concepii molto più fondata speranza di poter iscoprire qualche cosa, e già mi proponeva di applicarmi a tali sperienze, quasi presagendo la riuscita; ma vari accidenti le ritardarono fino al marzo e aprile di quest'anno, in cui, intraprese avendole a Parigi in compagnia di alcuni membri dell'Accademia R. delle Scienze,[2] mi riuscì finalmente di ottenere, segni non dubbi di elettricità (che dico segni non dubbi?),[3] fin la scintilla elettrica dall'evaporazione dell'acqua, dalla semplice combustione dei carboni, e da varie effervescenze, come

a) Tutti questi miei pensieri sono esposti in una dissertazione latina stampata l'anno 1769, che ha per titolo, *De vi attractiva ignis electrici ac phaenomenis inde pendentibus, ad Iohannem Baptistam Beccariam*, ecc.[4]

1. *sconvolgendo . . . mutandone*: lo scienziato adotta il *chiasmo*, una figura retorica che (assieme ad altre) è spia della tensione letteraria del dettato. 2. *alcuni membri . . . Scienze*: Georges Sage, Jean-Baptiste Leroy e il chimico savoiardo Claudio Luigi conte di Berthollet, cui si aggiunsero Lavoisier e Laplace. Questi ultimi si erano già occupati del problema, ma sembra traessero spunti da Volta nelle loro ricerche *Sur l'électricité qu'absorbent les corps qui se réduisent en vapeurs*, in «Mémoires de l'Académie des Sciences», 1781, pp. 292-4. 3. Una parentetica che, creando un secondo piano del discorso (di Volta a sé stesso), vivacizza e movimenta la scrittura nel senso già rilevato alla nota di p. 1015. 4. Vedi la nota 3 a p. 1005; nell'edizione dell'Antinori era specificata (con riferimento alla prima edizione): «dalla pag. 24 alla pag. 29».

quelle che producono l'aria infiammabile, l'aria fissa e l'aria nitrosa.[1]

29. Terminerò la prima parte di questa memoria col dire che, oltre gli accennati vantaggi, ed altri del medesimo genere, che ne procura il nostro condensatore considerato semplicemente come istromento atto ad ingrandire i segni dell'elettricità, le varie sperienze che possono farsi con esso spargono eziandio molto lume sulla teoria elettrica, per quella parte massimamente che riguarda l'azione delle atmosfere: lo che[2] andiamo a vedere nella parte 2ª.

Parte Seconda

In qual maniera un conduttore, accostandosi a un altro sotto certe condizioni, si trovi in istato di ricevere una straordinaria quantità di elettricità.

30. Le sperienze riportate nella prima parte di questa memoria ci hanno abbastanza mostrato come una lamina metallica o qualsivoglia piano conduttore, cui soglio appellare *scudo*, applicato ad un altro piano, il quale opponga, o per la qualità sua di cattivo conduttore o per l'interposizione di un sottile strato coibente, una certa non grande resistenza alla trasfusione dell'elettricità, come, dissi, tale scudo in siffatta posizione atto sia a tirare sopra si sé e raccorre nel suo seno maggiore copia di elettricità che se si trovasse in qualsivoglia modo perfettamente isolato.[3] Abbiam veduto come facendolo toccare all'uncino di una boccia di Leyden, al conduttore di una macchina elettrica o a quello dell'elettricità atmosferica, infine a qualunque potenza o sorgente elettrica, anche quando l'elettricità è debolissima e affatto impercettibile, pur gli se ne comunica tanto da poter manifestarsi quindi con segni molto vivaci, tosto che si leva esso scudo in alto. Or qui intraprendiamo di spiegare un tal

1. *aria nitrosa*: il biossido d'azoto, scoperto da Joseph Priestley nel 1772. Nel Settecento, ai primordi della chimica moderna, l'*aria* designava numerosi elementi e composti chimici (*aria fissa* = anidride carbonica; *aria infiammabile* = idrogeno; *aria mefitica* = azoto; *aria deflogisticata* o *aria vitale* = ossigeno, ecc.). Vedi, sicuramente noto a Volta, J. Priestley, *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*, London, J. Johnson, 1774-1777 (tre volumi). 2. *lo che*: una clausola relativa, frequente nel Settecento. 3. *Le sperienze . . . isolato*: un periodo non impeccabile dal punto di vista sintattico. Le intenzioni letterarie di Volta non sempre si traducono in una prosa scorrevole.

fenomeno: e la spiegazione medesima servirà più ch'altra cosa a facilitare la pratica delle sperienze di questo genere.

31. Adunque il tutto si riduce a questo: che la lamina o scudo ha molto e molto maggiore capacità nel 1° caso, quando cioè posa sul piano avente le condizioni indicate (prec. e 11, 12, 22), che nel 2°, in cui tiensi es. gr. in alto sospeso per i suoi cordoncini di seta o per un manico isolante, oppur che posa sopra un grosso strato coibente o sopra un piatto isolato.

Per dilucidare questo punto essenziale, prendiam le cose da più lontano.

32. Non vi vuol molto a comprendere che ivi è maggiore capacità, dove una data quantità di elettricità sorge a minor intensità[1] o, che è lo stesso, quanto maggior dose di elettricità è richiesta a portare l'azione a un dato grado d'intensità; e *viceversa*: a dir breve, la capacità e azione o tensione elettrica sono in ragione inversa.[2]

Farò qui osservare sul principio ch'io dinoto col termine di tensione (che volentieri sostituisco a quello d'intensità) lo sforzo che fa ciascun punto del corpo elettrizzato per disfarsi della sua elettricità e comunicarla ad altri corpi: al quale sforzo corrispondono generalmente in energia i segni di attrazione, ripulsione, ecc. e particolarmente il grado a cui vien teso l'elettrometro.

33. Ciò che abbiam detto comprendersi facilmente, che la tensione debb'essere in ragione inversa delle capacità, ci viene poi mostrato nella maniera più chiara dall'esperienza. Siano due verghe metalliche, una lunga 1 piede, e l'altra 5, di grossezza eguali. S'infonda alla prima tanto di elettricità che giunga a vibrare[3] un elettrometro annesso a 60 gradi: se in questo stato si farà toccare quella all'altra verga, l'elettricità, compartendosi equabilmente ad ambedue, diminuirà di tensione tanto appunto quanto la capacità si truova ora accresciuta, cioè 6 volte: locché ci farà vedere l'elettrometro, smon-

1. *intensità*: subito dopo Volta sostituirà a questo termine quello di *tensione* e lo spiegherà. 2. *in ragione inversa*: «Questa fondamentale relazione elettrostatica $Q = CV$, tra carica elettrica, capacità e tensione, già implicitamente usata nella lettera a DE SAUSSURE (p. 118) [vedi *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, p. 219], sarà più compiutamente formulata nelle *Lezioni compendiose sull'elettricità*, redatte non prima del 1784. Vi si legge: *La quantità* [di fluido è] *in ragione composta dell'intensità e della capacità* (*Op.*, IV, 419»). Così il GLIOZZI, in *Opere scelte*, cit., p. 139, n. 7). 3. *vibrare*: qui nel funzionamento transitivo del verbo, con significato causativo.

tando dai 60 ai 10 gradi.[a] Così se l'istessa quantità di elettricità venisse a diffondersi in un conduttore 60 volte più capace, non rimarrebbe che $^1/_{60}$ della primiera tensione, cioè un grado solo: come *viceversa* la tensione di 1 sol grado di cotesto gran conduttore, o d'altro qualunque, salirebbe a 60 ove la di lui elettricità venisse a raccorsi e condensarsi in una capacità 60 volte minore.

34. Or non solo conduttori di mole e massa diversi hanno diversa capacità, ma anche l'istesso conduttore può averne una maggiore o minore secondo varie circostanze, alcune delle quali non sono per anco state considerate come si conviene. È stato osservato che l'istesso conduttore acquista o perde in capacità a misura che si aggrandisce o si ristringe di superficie; secondo che una catena metallica es. gr. si dispiega in lungo o si ammucchia, secondo che vari cilindri contenuti un nell'altro come quelli d'un canocchiale si traggono fuori o si fanno rientrare, ec. Quindi si è concluso general-

---

a) « Suppongo qui che siano eguali tra loro i gradi dell'elettrometro, voglio dire che segni ciascuno un'eguale quantità di elettricità, in quella maniera che ciascun grado di un buon termometro di mercurio segna un egual addizione di calore. Nel *quadrante elettrometro* del sig. Wenly[1] che è il migliore di quanti elettrometri si sono mai immaginati, e ch'io ho in qualche parte perfezionato, la divisione de' gradi fatta col compasso non è altrimenti giusta, ma ha bisogno di una correzione, intorno a che mi sono non poco applicato con un successo maggiore anche di quello che avrei potuto sperare. Penso ora a rendere tale strumento del tutto *comparabile*: al che se giungo, come ho luogo di sperare, non tarderò guari[2] a pubblicarne la descrizione in un colle osservazioni necessarie per ben servirsi in generale degli elettrometri, ed in particolare di questo mio ».

1. *Wenly*: errore (registrato dalla stampa Antinori, che trae questa nota dagli *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti*, cit., VII, 1784 p. 147: ma è passo autografo del Volta) per *Henley*, ossia William Henley – noto fisico inglese morto nel 1779 – che, nel 1772, pubblicò nelle « Philosophical Transactions » della Royal Society, vol. LXII, p. 359, la descrizione di un elettrometro a quadrante. Era costituito « da un semicerchio graduato in avorio, unito ad una colonnina metallica verticale: un pendolino sospeso alla sommità della colonnina ne era respinto di un angolo che si leggeva sul quadrante graduato » (GLIOZZI). 2. *non . . . guari*: non molto, un arcaismo già coinvolto nella satira cinquecentesca contro il parlare "per quinci e quindi", ma che non costituisce scelta anomala per uno scienziato comasco, linguisticamente preoccupato e perciò disponibile a scelte pedantesche.

mente che la capacità non è in ragion della massa, ma bene in ragion della superficie del conduttore: come Franklin ha dimostrato appunto coll'indicato sperimento della catena.[1]

35. Questa conclusione è giusta, ma non comprende ancor tutto, perocché anche con superficie egualmente grandi si ha maggiore o minore capacità se siano i conduttori diversamente conformati. Essa si troverà maggiore di molto in quel conduttore che avrà più lunghezza comunque[2] sia d'altrettanto men grosso, cosicché la quantità della superficie rimanga eguale: come Watson[3] ed altri aveano già osservato, e come io mi lusingo d'aver posto in miglior lume nella mia memoria sulla capacità de' conduttori semplici,[a] nella quale dimostro il grande vantaggio di un conduttore costrutto di molte verghe di legno coperte di foglia metallica e collocate in lungo punta a punta sopra gli ordinari conduttori assai più grossi e meno lunghi. Se l'istesso conduttore colla grossezza e lunghezza medesima non sia diritto, ma assai curvo, e molto più se, essendo es. gr. un fil di ferro, abbia molti torcimenti o si ripieghi indietro, avrà minore capacità; così pure l'avranno minore le indicate verghette se, invece d'esser collocate punta a punta in linea retta, lo siano ad angolo, e peggio se s'accostino parallele.

Le sperienze ed osservazioni da me rapportate in quello scritto, ed infinite altre, massimamente quelle intorno al così detto *pozzo elettrico*,[4] concorrono tutte a provare che la capacità è in ragione non

---

a) Fu pubblicata questa memoria in un'opera periodica di Milano intitolata *Opuscoli scelti*, per l'anno 1778, e nel giornale dell'ab. Rozier[5] l'anno seguente.

1. *Franklin . . . catena*: è uno dei celebri "esperimenti di Filadelfia": vedi la nota 3 a p. 999. 2. *comunque*: qui nel significato di benché, quantunque. 3. William *Watson* (1715-1787), fisico della Royal Society, famoso per gli *Experiments and Observations Tending to Illustrate the Nature and Properties of Electricity*, London, Davis, 1746, e autore di numerose memorie elettrologiche, già note al Volta al tempo delle *Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici*, la già citata lettera al Saussure (*Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 199 sgg.). 4. *pozzo elettrico*: nel 1755 Franklin sperimentò che un pendolino calato fino al fondo di un vaso d'argento isolato ed elettrizzato non si elettrizzava: e Horace de Saussure confermò il fatto nel 1766 (*Dissertatio physica de electricitate*). La nomenclatura «pozzo elettrico» è dovuta a Beccaria, che l'impiegò nel *De atmosphaera electrica*, Taurini, Typis J. B. Fontanae, 1769, da cui la trasse il Volta: cfr. J. PRIESTLEY, *The History and Present State of Electricity with Original Experiments*, London, Dodsley, 1767, p. 732. 5. François *Rozier* (Lione 1734 - ivi 1793), diret-

delle superficie qualunque esse sieno, ma delle *superficie libere dall'azione delle atmosfere omologhe*:[1] nella quale rettificata proposizione converranno tutti quelli che si faranno a considerare i principali fenomeni delle atmosfere elettriche.

36. Ma v'è dippiù ancora: e questo è propriamente che fa al nostro caso. L'istesso conduttore, ritenendo la stessa superficie e la forma sua non mutata, acquista maggiore capacità alloraché, in luogo di rimanere isolato solitariamente, si affaccia[2] a un altro conduttore non isolato, e l'acquista tanto sempre maggiore quanto vi si affaccia più davvicino e quanto le superficie che si presentano un l'altro sono più larghe. Io chiamo quel conduttore isolato, che ne ha un altro di fronte (sia questo non isolato, come nel caso nostro, sia anche isolato, elettrizzato o no), lo chiamo *conduttore coniugato*;[3] e già io aveva promesso nella mentovata dissertazione, trattato avendo della capacità de' *conduttori semplici* o *solitari*, di trattare in seguito di quella de' *conduttori coniugati*.

37. Tale circostanza, che accresce prodigiosamente la naturale capacità di un conduttore, quella è sopra tutto a cui non truovo che si sia fatta ancora la debita attenzione; molto meno che alcuno ne abbia tratto quei vantaggi che dall'applicazione facilmente ne derivano. Ma veniamo a quelle sperienze più semplici che ci mettono sott'occhio questa accresciuta capacità.

Prendo un disco di metallo, il solito scudo d'elettroforo per esempio, e, tenendolo in alto isolato, lo elettrizzo a una data forza, quanto basta, supponiamo, a fare che un elettrometro annesso si tenda a 60 gradi; calando indi esso disco gradatamente verso un tavolo od altro piano deferente, ecco che decade l'elettrometro a 50, 40, 30 gradi. Non crediate perciò che sia scemata a questo punto la quantità d'elettricità che il disco possiede, la quale anzi, purché quello non sia giunto a tale vicinanza dell'altro piano deferente da

tore – dal 1773 – delle «Observations et mémoires sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts» che pubblicava *résumés* di opere di attualità scientifica. L'abate ebbe fama, però, soprattutto come agronomo: vedi il *Cours complet d'agriculture théorique* più volte stampato (noi abbiamo consultato l'edizione Paris, Librairie d'éducation et des sciences et des arts, 1800). 1. *atmosfere omologhe*: scil. atmosfere "elettriche". Il concetto di atmosfera elettrica era stato diffuso dalle ricerche di B. Franklin. 2. *si affaccia*: sta faccia a faccia. 3. *conduttore coniugato*: inizia qui una serie di termini creati o ridefiniti in senso tecnico da Volta: il loro primo impiego era nella lettera al de Saussure, più volte ricordata. Volta pone in corsivo, di norma, questi termini.

dar luogo alla trasfusione collo scoccare di qualche scintilla, si sarà mantenuta nell'intierezza sua, quanto almeno la lunghezza del tempo, lo stato dell'aria e dell'isolamento lo permette. Onde dunque tale e tanto abbassamento di *tensione*? Non altronde che dall'accresciuta capacità del disco, or non più solitario, ma *coniugato*. In prova di che se si sollevi di nuovo gradatamente, risalirà il suo elettrometro a 40, 50, e fin presso ai 60 gradi di prima (risalirebbe a 60 giusto se si potesse impedire affatto il dissipamento nell'aria, e lungo gl'isolatori non mai perfetti abbastanza); a misura cioè che allontanandosi dall'altro piano deferente ritorna il disco a quella più angusta capacità che gli compete quand'è solitario.

38. La ragione di un tale fenomeno si deduce facilmente dall'azione delle *atmosfere elettriche*. Quella del disco, che or suppongo elettrico *per eccesso*, si fa sentire al tavolo, od altro qualsivoglia conduttore a cui si affaccia in guisa che il fuoco[1] di questo, giusta le note leggi, ritirandosi si dirada nelle parti più vicine al disco sovrastante, e tanto più si dirada quanto esso disco elettrico si va più accostando. Se l'elettricità di questo è *per difetto*, il fuoco del tavolo o piano inferiore qualunque sia accorre e si addensa verso la superficie medesima, che guarda il disco e che ne sente più davvicino l'azione. Insomma le parti immerse nella sfera di attività del disco contraggono un'elettricità *contraria*, elettricità che può dirsi *accidentale*, e che portando in certo modo un *compenso* a quella *reale* del disco medesimo, ne diminuisce la *tensione*, come appunto ci dimostra l'abbassamento dell'elettrometro (prec.).[2]

39. Due altre sperienze porranno in maggior lume questa azione reciproca delle atmosfere elettriche, mercé di cui ora s'infievoliscono, ora si rinforzano mutuamente le *tensioni*, ossia azioni elettriche, di due corpi col solo avvicinarsi l'uno all'altro, ritenendo ciascuno né più né meno la sua dose di elettricità.

Cominciamo da quelle che si rinforzano. Queste sono le *atmosfere omologhe*. Siano pertanto due piani conduttori, due dischi, elettriz-

1. *fuoco*: fuoco elettrico e fluido elettrico. 2. Secondo GLIOZZI, questa interpretazione del fenomeno d'influenza elettrostatica deriverebbe da *Aepinus* – o Epino come scrivevano gli Italiani –, ossia Franz Ulrich Theodor Aepinus (1724-1802), un fisico tedesco trasferitosi a Leningrado, autore di un *Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi* (1759) di notevole influenza su Volta, che lo cita nella lettera al de Saussure. Cfr. *Opere scelte*, cit., pp. 111 e 143, e anche la nostra nota 1 a p. 963.

zati o per eccesso amendue, o amendue per difetto. Si affaccino questi e si vadano gradatamente avvicinando: vedrassi che influiscono l'uno sull'altro in modo che la *tensione* elettrica s'accresce in amendue a proporzione del più grande avvicinamento e della quantità di superficie che si presentano: ciò, dico, vedrassi dal maggiore innalzamento de' rispettivi elettrometri e dalla scintilla, che esplorando l'uno o l'altro di quei dischi scoccherà a maggior distanza che se ciascuno fosse rimasto con tutta la sua elettricità *solitario*. In quello stato adunque di avvicinamento egli è chiaro che ciascuno de' due conduttori *coniugati* ha una minore capacità; giacché a proporzione che sono già *attuati* a un più alto grado di elettricità, lor resta meno per giugnere al sommo, o, a parlar più giusto, maggiore è la resistenza che oppongono ad un'ulteriore carica, conformemente a quanto osservato già abbiamo (33) che la tensione esprime lo sforzo onde un corpo tende a disfarsi dell'elettricità e a comunicarla altrui. Così una boccia di Leyden carica a un grado un poco maggiore di quello dei dischi *solitari*, la quale per conseguenza *darebbe* loro in tale stato, *riceverà* all'incontro da essi quando, essendo *coniugati*, vi prevale la *tensione*: ritornando questi solitari, cederanno un'altra volta alla boccetta, ec.

Or anche si comprende quello che abbiamo fatto più sopra osservare (36), onde sia cioè che un filo metallico ripiegato, o molte verghe poste allato e vicine le une alle altre, abbiano minore capacità che disposte l'une all'altre in una linea retta; perché con superficie eguali un conduttore corto e grosso abbia meno capacità d'un lungo e sottile; perché infine la capacità sia in ragione delle superficie *libere* o meno *attuate* dall'influsso delle *atmosfere omologhe*.

40. Siano ora i medesimi dischi della sperienza precedente ambi elettrizzati, ma uno *per eccesso* l'altro p*er difetto*, ben si vede che ne seguiranno effetti contrari: cioè l'influenza vicendevole delle atmosfere, per cui l'uno è *attuato* dall'altro, produrrà un *compenso* od *equilibrio accidentale*,[1] onde diminuirassi la *tensione* in amendue, cadrà l'elettrometro, ec. Allora io dico che trovasi accresciuta in ciascuno de' due dischi la capacità, inquantoché opporrà ciascuno minor resistenza ad un'ulteriore carica dell'elettricità che già possiede,

1. *equilibrio accidentale*: un concetto che Volta aveva già utilizzato nelle polemiche con Galvani interpretando i fenomeni elettrici come alternanza di "equilibri" e "disequilibri".

e gliene rimarrà dippiù a prendere per giugnere a un dato grado di *tensione*. Così una boccetta di Leyden carica dell'istessa specie d'elettricità d'uno di questi dischi, e all'istesso grado ed anche al disotto, potrebbe tuttavia aggiungere all'elettricità di quello quando, trovandosi *coniugato*, la sua *tensione* è indebolita dall'atmosfera elettrica contraria del disco compagno; ma rimosso quello da questo, e divenuta in lui la *tensione prevalente*, darebbe egli della sua elettricità alla boccetta, ec.

41. Non resta più ora che fare un'applicazione di quest'ultima sperienza a quelle riportate di sopra (38), in cui il disco elettrizzato si affaccia a un piano conduttore non isolato. S'egli è vero, come supposto abbiamo, che questo nella parte più vicina a detto disco elettrico, per l'azione della di lui atmosfera, si compone ad un'elettricità contraria, vale a dire che il fuoco ivi si dirada qualor l'incombente elettricità sia *in più*, o vi si condensa qualor sia *in meno* (39), dovrà dunque nascere l'istesso *equilibrio* accidentale, l'istesso *compenso* e alleviamento alla *tensione* elettrica del disco, lo stesso abbatimento[1] dell'elettrometro, come appunto si osserva (38): quindi l'accresciuta capacità di esso disco; quindi la maggior dose di elettricità che potrà ricevere (prec.) ecc.

42. La cosa è già bastantemente chiara, ma si renderà ancora più manifesta, e toccherassi con mano, se si venga ad isolare il piano conduttore (supponiam che questo sia parimenti un disco metallico, che chiameremo disco inferiore) affacciato già al disco elettrico, e dopo si allontanino un dall'altro; giacché allora compariranno realmente in esso piano o disco inferiore i segni dell'elettricità contraria da esso lui acquistata allorché non era isolato e trovavasi immerso nell'atmosfera del disco superiore. Cotesto disco superiore poi, il quale, intantoché si allontana, ricupera la *tensione* che l'avvicinamento gli avea fatto perdere, la perderà di nuovo a misura che si accosterà un'altra volta al disco inferiore, e la farà perdere a lui medesimo in virtù dell'azione reciproca delle contrarie elettricità (41), a indicare le quali vicende è opportuno che trovisi un elettrometro annesso a ciascuno de' dischi, poiché il linguaggio dell'elettrometro[2] è il più significante di tutti, e ardisco dire ch'esso solo vi

1. *abbatimento*: parola ormai tecnicizzata (già in Beccaria). In precedenza Volta aveva espresso la stessa cosa dicendo «decade l'elettrometro» e simili.
2. *il linguaggio dell'elettrometro*: un linguaggio "quantitativo" e "misurabile".

dà la spiegazione di tutti i fenomeni riportati in questo scritto, e d'infiniti altri analoghi.

43. Che se il disco inferiore si truovi isolato al primo affacciarvi il disco superiore elettrizzato, e isolato rimanga tutto il tempo che questo vi sta sopra, in tal caso, venendo *attuato* dalla di lui atmosfera, acquisterà quella che chiamo elettricità *omologa accidentale*, cioè una *tensione* od azione elettrica con cui fa sforzo di conseguire l'elettricità contraria; il che non venendogli dato di effettuare, per l'isolamento in cui si truova, non potrà neppur *compensare* nel dovuto modo l'elettricità del disco incombente, né quindi diminuire in lui la *tensione* notabilmente, dimodoché l'elettrometro appena farà cenno di abbassarsi (il quale picciolo abbassamento si deve a quel poco di fuoco che, per l'azione dell'atmosfera elettrica, può muoversi nella spessezza del qualunque disco inferiore, o lungo i suoi sostegni isolanti non mai perfetti abbastanza); e per conseguenza non acquisterà il disco superiore maggiore capacità onde poter prendere maggior dose di elettricità. Ma bene l'acquisterà se un momento si venga a toccare il disco inferiore, onde distruggere in esso l'elettricità *accidentale omologa*, che vuol dire fargli prendere la *reale contraria*.

44. Se il disco inferiore, non che trovarsi isolato, sia egli medesimo isolante, succederà lo stesso, cioè non potrà diminuire la *tensione* elettrica né quindi aumentare la *capacità* del disco superiore accostatogli comunque. Non così però se cotal disco isolante sarà semplicemente un sottile strato che copra un conduttore; mercecché questo piano conduttore che trovasi poco sotto, e in cui può moversi liberamente il fuoco, farà esso il giuoco di *compensare* l'elettricità del disco superiore; e lo strato isolante interposto diminuirà soltanto l'azion mutua delle atmosfere elettriche in ragione della maggior distanza che pone tra l'uno e l'altro conduttore.

45. La *tensione* ossia azione elettrica del disco, la quale, come abbiam veduto (38, 42), va diminuendosi a misura ch'egli si affaccia più davvicino ad un piano deferente non isolato, è portata a un tale decadimento quando si arriva quasi al contatto, il *compenso* od *equilibrio accidentale* essendo allora quasi perfetto, che dove l'elettrometro era teso a 60, 80, 100 gradi, si vedrà or disceso a 1 grado solo, ed anche meno. Quindi se il piano o disco inferiore opponga solo una picciola resistenza al trapasso dell'elettricità, o per l'interposizione d'un sottile strato coibente, o per la natura sua propria

d'imperfetto conduttore, qual è il marmo asciutto, il legno secco, ec., tale picciola resistenza congiunta a quella della distanza comunque picciolissima non potrà essere superata da tale debolissima *tensione* del disco elettrico; il quale perciò non iscaglierà scintilla al piano (salvo che forse dagli orli non ben ritondati, e nel caso che possieda una gran copia di elettricità); anzi conserverà tutta o quasi tutta la sua elettricità, dimodoché, rialzandolo, il suo elettrometro ascenderà quasi al grado di prima. Più: potrà il disco senza gran detrimento della sua elettricità giugnere fino al contatto del piano imperfetto conduttore, e restarvi qualche tempo applicato: nel quale contatto la *tensione* elettrica trovandosi pressoché ridotta a nulla non ha forza di passare dal disco al piano che combacia se non lentissimamente.

46. Non andrà però così la bisogna, se ripetendo l'esperienza s'inclini il disco, e si porti a toccare il medesimo piano in costa: allora sussistendo in quello maggior *tensione* di elettricità (come ci mostrerà il fedele elettrometro), giacché non vien bilanciata che corrispondentemente ai punti di superficie dell'uno che guardano davvicino la superficie dell'altro, cotal azione elettrica meno indebolita vincerà la piccola resistenza del marmo, o di qualsiasi altro imperfetto conduttore, e fino di un sottile strato coibente che trovisi interposto, cosicché l'elettricità trasfonderassi realmente, e o s'affiggerà a cotesto strato coibente che copre il conduttore, o passerà entro a questo se è nudo fino a perdersi nel suolo,[a] e ciò in brevissimo tempo: lad-

a) Questa spiegazione bene intesa ci conduce a render ragione in generale della *virtù della punta*.[1] A parlar giusto una punta non isolata, presentata a un corpo elettrico, non ha alcuna virtù propria per attirarne l'elettricità, ella si comporta semplicemente come un conduttore non isolato che non oppone resistenza al passaggio del fluido elettrico. Se il medesimo conduttore presenta al corpo elettrico invece della punta una palla, od una superficie piana, non oppone già egli per questo maggiore resistenza; onde è dunque che l'elettricità non vi si getta egualmente all'istessa distanza dal corpo elettrico? Ciò viene dall'indebolita *tensione* ossia azione elettrica di cotesto corpo in virtù

1. *virtù della punta*: per la *querelle* settecentesca sull'elettricità delle "punte", vedi J. L. HEILBRON, op. cit., pp. 327 sgg. Volta conosceva forse il saggio di CARLO BARLETTI, *Introduzione a' nuovi principi della teoria elettrica dedotti dall'analisi de' fenomeni delle elettriche punte*, in «Memorie di matematica e fisica della Società italiana delle Scienze», II (1782), pp. 1-54.

dove vedemmo (praec.) che non ne passa nulla o quasi nulla in tempo assai più lungo, quando il contatto col medesimo piano è il più ampio possibile. Il che ha l'aria di paradosso, ma pur si spiega così bene coi principii delle atmosfere elettriche.

47. Quello che sembra anche più paradosso, o almeno che sorprende di più, si è che neppure il contatto di un dito o di un pezzo di metallo comunicanti col suolo, replicato più volte e continuato per alcuni secondi, valga a spogliare intieramente dell'elettricità il disco posato sull'amico piano; ma ve ne lasci sovente tanto da poter dare ancora una scintilla quando in seguito si leva esso disco in alto. Invero tal fenomeno sarebbe inesplicabile anche nei nostri principii se il dito o il metallo fossero perfetti conduttori, a segno di non opporre la minima resistenza al passaggio del fluido elettrico, come si crede comunemente; ma la cosa non è così; e ce lo dimostrano queste stesse sperienze. I metalli dunque non sono che conduttori meno imperfetti degl'altri corpi.[1] Ma, dirassi, noi vediamo che si trasfonde da un capo all'altro di un metallo e da un metallo all'altro l'elettricità in un istante. Sia pure così di quell'elettricità che dispie-

---

della più larga superficie presentatagli da quel conduttore non isolato, la quale superficie, componendosi ad una elettricità contraria, offre maggior *compenso* che una punta, come si è qui sopra spiegato. Adunque in luogo di dimandare perché una punta tragga o getti sì da lungi l'elettricità, dovrebbesi domandare piuttosto perché una palla o un piatto egualmente conduttore non lo faccino: allora io farò osservare che non è già un difetto di questa palla o di questo piano, come non è una virtù propria della punta che metta tale e tanta differenza, ma bene lo stato del corpo elettrico e della sua atmosfera (con cui intendo anche l'aria che lo circonda *attuata* ad una tensione di elettricità omologa) il qual decade dalla sua forte *tensione* a proporzione che s'immergono in detta sua atmosfera e si affacciano a lui più punti di un conduttore non isolato. Affievolita pertanto l'*azione elettrica*, è egli sorprendente che non possa più superare la resistenza di quel lungo strato d'aria interposta tra il corpo elettrico ed il conduttore, che supera agevolmente quando, non presentandoglisi alla medesima distanza che una punta sottile, la *tensione* di esso corpo elettrico e dell'aria infinitamente meno bilanciata, sussiste nel suo pieno vigore?

1. *I metalli . . . corpi*: su questi problemi di conduttività, vedi quanto detto dallo stesso Volta nelle *Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 201-9.

ga una forza sensibile a segno di tendere un elettrometro o di attrarre un filo leggerissimo. Ma convien riflettere che al disotto di questo vi hanno da essere ancora altri gradi di elettricità impercettibili i quali, dico io, non son valevoli a superare sì tosto quella qualunque piccola resistenza che pure oppor denno i migliori conduttori. Quando dunque un metallo tocca il disco elettrizzato che riposa sul suo piano, lo spoglia immantinente dell'elettricità fino al segno che la *tensione* diviene affatto *insensibile*, non però *nulla*, essendo ridotta, supponiamo, a $^1/_{50}$ di grado. Ma se sollevando il disco in alto la sua *capacità* si ristringa a segno che dispieghi una tensione elettrica 100 e più volte maggiore, questa salirà dunque a 2 gradi ed oltre; con che sarà divenuta sensibile, finanche al punto di dare una scintilla.[1]

48. Fin qui considerato abbiamo come l'azione delle atmosfere elettriche debba modificare l'elettricità del disco nelle sue varie situazioni, allorché gli è stata infusa prima di accostarlo al piano deferente. Ora vediamo che avvenir debba allorché gli s'infonde stando già egli vicino o meglio applicato al detto piano. Quando ho detto dal bel principio (32) che in tale stato egli ha molto maggiore *capacità*, e son venuto provandolo fin qui, ho detto e provato tutto: le applicazioni sono facili a farsi. Gioverà non pertanto esemplificare un'esperienza. Mi si dia una boccia di Leyden o un ampio conduttore elettrizzati a 1 sol grado di *tensione*, od anche meno. Se io farò toccare l'una o l'altro al mio disco posato, è chiaro che gli comunicheranno della loro elettricità a misura della sua *capacità*, tanto cioè quant'egli può riceverne per comporsi con essi ad una *tensione* ossia forza elettrica *eguale*,[2] supponiamo di ½ grado. Ma la sua *capacità* or ch'egli è non solamente *coniugato* ma combaciante il conduttore compagno, è 100 e più volte maggiore (46) di quando si trova isolato *solitariamente*, ossia vi vuole, per produrvi la data tensione, 100 volte maggior dose di elettricità (33), quindi appunto ne avrà preso 100 volte più che non avrebbe potuto prenderne stando isolato in a-

1. *Ma se sollevando . . . scintilla*: sono le prime valutazioni quantitative. Più tardi Volta tenterà misurazioni più accurate. Vedi la lettera prima *Sulla meteorologia elettrica*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., V, 1928, pp. 29 sgg. 2. *forza elettrica eguale*: «Cavendish nella memoria del 1771 [cioè *An Attempt to Explain Some of Principal Phaenomena of Electricity*, in "Philosophical Transactions", LXI, 1771, pp. 584 sgg.], aveva postulato l'esistenza di una grandezza che assume eguale valore in tutte le parti di un conduttore o di più conduttori a contatto. Volta specifica che questa grandezza è la tensione, misurabile con l'elettrometro: è una proposizione fondamentale dell'elettrostatica moderna» (GLIOZZI).

ria. Quando dunque si leverà in alto, a misura che, allontanandosi dal caro piano, si ridurrà alla naturale sua angusta *capacità*, la *tensione* elettrica dispiegherassi maggiore, e maggior sempre fino al termine di 50 gradi (nel supposto caso che la tensione fosse di ½ grado stando il disco posato), quando cioè la sua atmosfera, non facendosi più sentire al detto piano, sarà cessata ogni maniera di *compenso* e tolto quell'*equilibrio accidentale* che teneva la tensione così bassa (39, 42). È inutile il dire che, calando di nuovo il disco verso il piano, si abbatterà di nuovo l'elettrometro, a misura che l'*equilibrio accidentale* si andrà ristabilendo; giacché questo è il primo fenomeno che contemplato abbiamo (38) e che ne ha condotti alla spiegazione di tutto il resto.

49. Soggiugnerò questo per ultimo schiarimento. Succede al disco che passa dallo stato d'isolamento solitario a quello di affacciarsi fin anche a combaciare un piano convenientemente preparato, o da questo all'altro stato, lo stesso che succede ad un conduttore compreso sotto angusta superficie, che si dispieghi in una assai più ampia, e *vice versa* (richiamiamo l'esempio della catena ammucchiata e poi distesa, o dei cilindri ch'entrano un nell'altro (35)). Elettrizzato a un alto grado il conduttore quand'è avvolto e impicciolito, se dopo viene a distendersi od allungarsi, decade in lui la *tensione* a misura che l'elettricità, compartendosi a una più grande *capacità*, vien diradata. All'incontro, elettrizzato debolmente quando è disteso e gode della sua maggiore capacità, se dopo si avvolge e rappicciolisce, va egli acquistando viemmaggior *tensione* a misura che l'elettricità si raccoglie e viene condensata in una capacità minore. Così appunto il nostro disco se venga elettrizzato quand'è *solitario* a una forte *tensione*, questa anderà scemando a misura ch'egli si affacia ad un altro piano non isolato; all'incontro, elettrizzato debolissimamente quando è prossimo a questo piano e lo combacia, vedrassi crescere in lui insignemente la *tensione* a misura che si allontana da quel piano. Si può dunque dire che l'elettricità viene qui pure in certo modo *condensata*, non altrimenti che nell'addotto esempio del conduttore che s'impicciolisce: e quindi il nome di *condensatore*[1]

1. La ricerca di un *condensatore* aveva già animato le indagini di Ewald Jürgen von Kleist, Daniel Gralath, e Louis-Guillaume Le Monnier, gli "antecedenti" sconfitti che Volta non nomina. Ma vedi le *Lettere del* VOLTA *precedenti alla pubblicazione della memoria sul condensatore e riguardanti lo stesso argomento*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 259 sgg.

che ho dato al mio apparecchio. Certo se non può dirsi nel nostro caso *condensata* l'elettricità in minore spazio, giacché e massa e volume rimangono i medesimi nel disco che adoperiamo, ella è però confinata in tal corpo di cui la *capacità*, di grandissima che era, è divenuta come che sia picciolissima.

50. Ora se una debole insensibile forza elettrica di una boccetta di Leyden o di un conduttore appena un poco carichi applicata al disco giacente può accumularvi tanto di elettricità, onde poi, levato in alto, dispieghi una forte tensione, vibri vivace scintilla, ec., che farà una carica forte della boccia o del conduttore applicatavi egualmente? Non farà gran cosa di più, per la ragione che tutta quell'elettricità ch'è superiore in forza alla piccola resistenza che oppone la superficie del piano (46), fia persa, trapassando in esso (47). Ad ogni modo se, questo piano essendo convenientemente preparato (11, 12, 22), tale resistenza sia discreta, il disco non se ne staccherà senza vibrare d'attorno dagli orli comunque ritondati fiocchi di luce[1] per la strabocchevole copia di elettricità di cui si troverà carico: e a tanto non sarà neppur necessario che la boccetta che s'impiega a dargliela abbia assai forte carica, bastando una mediocre e meno che mediocre, tale che appena giunga a dar scintilla.

51. Da tutto il fin qui detto s'intende facilmente che, se il disco posato può prendere buona dose di elettricità da una boccia di Leyden[a] o da un ampio conduttore, comeché debolissimamente anima-

---

a) Nella mia memoria sulla capacità de' conduttori semplici[2] dimostro la grandissima *capacità* che ha una boccia di Leyden comparativamente alla sua mole, appunto perché l'elettricità che s'infonde ad una superficie truova un gran compenso nell'elettricità contraria che prende la superficie opposta, ciò che produce la solita diminuzione di *tensione*, ec. Vi fo vedere come 16 pollici quadrati di *superficie armata* hanno una capacità eguale a un conduttore di verghe inargentate lungo presso a 100 piedi, il quale ne ha una grandissima, tal che le sue scintille producono la vera *commozione* in un grado abbastanza forte. Ivi anche accenno come tutti i fenomeni della carica e della scarica degli strati isolanti, dell'elettroforo, delle punte ec. possono dipendere dall'istessa azione delle atmosfere elettriche, combinata, per ciò che appartiene agli strati isolanti, con una certa non molto grande resi-

1. *fiocchi di luce*: le "scintille" (già chiamati «fiocchi» da Beccaria). 2. *memoria . . . semplici*: cioè le *Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici*, cit.

ti, non lo può in alcun modo da un conduttore poco capace (e come darebbe questi ciò che non ha?) a meno che non si continui d'altra parte ad infondere a lui medesimo quella qualunque debole elettricità, a meno che la sorgente non continui per qualche tempo: il che ha luogo per esempio nel conduttore atmosferico che bee l'elettricità insensibile dell'aria, e in quello malissimo isolato d'una macchina ordinaria, il di cui giuoco vi mantiene una sì debole *tensione* di elettricità che in niun modo appara. In ambi questi casi abbiamo osservato infatti (4, 25) che vi vuol del tempo prima che il disco possa raccorre una dose sufficiente di elettricità.

52. Come un ampio conduttore trasmette la massima parte della sua elettricità al nostro disco, il quale, quantunque assai più picciolo, gode però in grazia della sua vantaggiosa posizione, in grazia di quell'*equilibrio accidentale* a cui si compone col piano, d'una *capacità* molto più grande di quella che gli compete in istato solitario, e come, levando in seguito esso disco in alto, con che tolto ogni *equilibrio* o *compenso* vien ristretto alla naturale sua angusta capacità, quella stessa dose di elettricità presa al gran conduttore, e che, appunto per esser egli sì grande, vi producea sì debole *tensione*, or ne produce una tanto più grande in cotesto disco, nell'istessa maniera e per l'egual ragione l'elettricità aumenterà una seconda volta di tensione fecendola passare dal disco già sollevato ad un altro giacente molto più piccolo, da innalzarsi quindi similmente.

Il sig. Cavallo,[1] a cui dietro le altre mie sperienze, suggerii

---

stenza che prova l'elettricità ad affiggersi alla superficie di questi egualmente che a sortirne, e con quella incomparabilmente più grande e può dirsi insuperabile che la impedisce di diffondersi attraversandone la spessezza. Intorno a che, fin dal tempo in cui pubblicai la descrizione e le principali sperienze del mio elettroforo, che fu nel 1775[2] (vegg. la *Scelta d'opusc. interes.* di quell'anno), io avea promesso di esporre tutte le mie idee in un trattato che avrebbe per titolo: *Del-*

1. Tiberio *Cavallo* (vedi la nota 5 a p. 1014) aveva costruito un piccolo elettrometro con filo d'argento e pallina di sughero, che destò l'ammirazione di Volta. La prima notizia (e il "progetto" con disegni della macchinetta) comparve nelle «Philosophical Transactions», vol. LXX, parte I (1780), pp. 15-29 (*Some New Experiments in Electricity, with the Description and Use of Two New Electrical Instruments*). 2. *che fu nel 1775*: vedi (anche per la vicenda filologica dei testi) le *Tre lettere a Marsilio Landriani sull'elettroforo*; *Principali punti di teoria dell'elettroforo* e *Descrizione ed uso dell'elettroforo*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, pp. 153-84.

quest'artificio, ha fatto tal picciolo disco d'una laminetta non più grande d'uno scillino. E certo questo secondo *condensatore* dell'elettricità è utile in molti casi in cui l'elettricità non è sensibile ancora o dubbia col primo: come ce ne hanno assicurato varie prove che facemmo insieme. Talora l'ordinario disco, toccato dal corpo di cui si dubitava se avesse o no un principio di elettricità, non movea ancora l'elettrometro sensibilissimo dell'istesso sig. Cavallo; ma, toccato con quel disco l'altro picciolino, questo facea divergere sensibilmente le pallottoline dell'elettrometro. Eppure qualche volta anche con questo non si otteneva nulla o un'ombra solamente di elettricità. Or se noi supponiamo la *tensione* elettrica accresciuta a 1000 volte tanto per l'intervento dei due condensatori, il che non è troppo, quanto mai debole esser dovea originariamente nel corpo esaminato? Quanto debole p. e. quella che si eccita in un metallo strofinandolo colla mano nuda, giacché, communicata al primo, e da questo al secondo picciolo disco, e finalmente all'elettrometro, le palle appena fan cenno di scostarsi? Ma basta che facciano tanto per essere noi convinti che l'elettricità non è nulla, e che il metallo l'ha originariamente contratta per lo stropicciamento della mano. Quanto mai eravam lontani da una simile scoperta pochi anni addietro, prima del nostro *condensatore* e dell'elettrometro così sensibile del sig. Cavallo. Quanti gradi di elettricità noi scopriamo adesso al disotto del più picciolo d'allora?

---

l'azione delle atmosfere elettriche, e de' fenomeni che ne derivano negli strati isolanti.[1]

1. Un trattato con questo titolo non venne però mai composto.

ON THE ELECTRICITY EXCITED BY THE MERE CONTACT OF CONDUCTING SUBSTANCES OF DIFFERENT KINDS[1]

À Côme en Milanois, ce 20me mars 1800.

Après un long silence, dont je ne chercherai pas à m'excuser, j'ai le plaisir de vous communiquer, Monsieur, et par votre moyen à la Société Royale, quelques résultats frappants auxquels je suis arrivé, en poursuivant mes expériences sur l'électricité excitée par le simple contact mutuel des métaux de différente espèce,[2] et même par celui des autres conducteurs, aussi différents entr'eux, soit liquides, soit contenant quelque humeur, à laquelle ils doivent proprement leur pouvoir conducteur. Le principal de ces résultats, et qui comprend à-peu-près tous les autres, est la construction d'un appareil qui ressemble pour les effets, c'est-à-dire, pour les commotions qu'il est capable de faire éprouver dans les bras, etc. aux bouteilles de Leyde,[3] et mieux encore aux batteries électriques

1. È il celebre atto di nascita ufficiale della "pila", che ebbe diffusione internazionale una volta pubblicato in francese nelle «Philosophical Transactions» della Royal Society (il titolo del *mémoire* suonerebbe propriamente *On the Electricity Excited by the Mere Contact of Conducting Substances of Different Kinds. In A Letter from Mr.* ALEXANDER VOLTA [. . .] *to the Rt. Hon. Sir Joseph Banks*, e apparve nella Parte II, 1800, pp. 403-31 della prestigiosa pubblicazione). Sir Joseph Banks (Londra 1743 - ivi 1820), scienziato di gran fama, era presidente della Royal Society, e assai interessato agli esperimenti di elettrologia. Sulla genesi testuale dello scritto – certo redatto direttamente in francese – sappiamo pochissimo. Secondo G. POLVANI, *A. Volta*, cit., p. 349, nota 6, «risulta che Volta inviò, in due riprese, il 20 marzo e il 1 aprile 1800, al Banks i brani principali del "Mémoire" e che incaricò il Banks stesso di fonderli insieme. La presenza della data 20me *Mars* 1800, in testa allo scritto pubblicato nelle *Transactions*, e il fatto che al titolo, già da noi riportato, è aggiunta la frase *in a Letter from Mr.* ALEXANDER VOLTA . . . *to* . . . *Sir Joseph Banks*, fanno pensare che cotesto scritto inserito nelle *Transactions* sia costituito dai brani inviati il 20 marzo. Di quelli inviati il 1° aprile, che dovevano formare una seconda lettera (cui il Volta allude anche in altri scritti [*Le opere*, Ed. Naz. cit., II, 1923, pp. 7, 15, 34]), non si sa nulla di preciso». Per il testo, seguiamo *Le opere*, Ed. Naz. cit., I, 1918, pp. 565-82. 2. *sur l'électricité . . . espèce*: Volta era giunto alle prime scoperte in proposito polemizzando con Galvani sul tema della elettricità animale, come scrisse in lettere ad Anton Maria Vassalli (*Le opere*, Ed. Naz. cit., I, pp. 295 sgg.). Ma cfr. A. POLVANI, *A. Volta*, cit., pp. 277 sgg., che data queste ricerche dello scienziato a dopo il 1792. 3. *bouteilles de Leyde*: Volta pensò, in un primo tempo, a un apparato sostitutivo

foiblement chargées, qui agiroient cependant sans cesse, ou dont la charge, après chaque explosion, se rétabliroit d'elle-même; qui jouiroit, en un mot, d'une charge indéfectible, d'une action sur le fluide électrique, ou impulsion, perpétuelle; mais qui d'ailleurs en diffère essentiellement, et par cette action continuelle qui lui est propre, et parcequ'au lieu de consister, comme les bouteilles et batteries électriques ordinaires, en une ou plusieurs lames isolantes, en couches minces de ces corps censés être les seuls *électriques*, armées de conducteurs ou corps ainsi dit *non-électriques*, ce nouvel appareil est formé uniquement de plusieurs de ces derniers corps, choisis même entre les meilleurs conducteurs, et par là les plus éloignés, suivant ce qu'on a toujours cru, de la nature électrique. Oui, l'appareil dont je vous parle, et qui vous étonnera sans doute, n'est que l'assemblage d'un nombre de bons conducteurs de différente espèce, arrangés d'une certaine manière, 30, 40, 60 pièces, ou d'avantage, de cuivre, ou mieux d'argent, appliquées chacune à une pièce d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, et un nombre égal de couches d'eau, ou de quelque autre humeur qui soit meilleur conducteur que l'eau simple, comme l'eau salée, la lessive, etc. ou des morceaux de carton, de peau, etc. bien imbibés de ces humeurs: de telles couches interposées à chaque couple ou combinaison des deux métaux différents, une telle suite alternative, et toujours dans le même ordre, de ces trois espèces de conducteurs, voilà tout ce qui constitue mon nouvel instrument;[1] qui imite, comme j'ai dit, les effets des bouteilles de Leyde, ou des batteries électriques, en donnant les mêmes commotions que celles-ci; qui, à la vérité, reste beaucoup au-dessous de l'activité des dites batteries chargées à un

della bottiglia di Leida (su cui cfr. la nota 2 a p. 965), provvisto di maggiori possibilità di "ricostituire" il potenziale. 1. *voilà... instrument*: sulla genesi delle scelte tecniche progettate, vedi quanto detto da Volta nelle *Aggiunte* alla *Memoria prima sull'elettricità animale* (*Le opere*, Ed. Naz. cit., I, pp. 39 sgg.) e nella *Risposta alle domande dell'abate Tommaselli* (ivi, pp. 111 sgg.). Nelle *Nuove osservazioni sull'elettricità animale* Volta scrisse chiaramente che i «metalli» non sono semplici «deferenti» di elettricità – come ipotizzato da Galvani – ma «motori» ed «eccitatori» di elettricità (ivi, p. 146). Tra l'estate e l'autunno del 1792 Volta aveva dunque, almeno a livello teorico, elaborato i princìpi costitutivi della "pila": solo nel 1793 giunse però alla «colonna» o «scala» secondo cui debbono essere ordinati i «conduttori [...] che posseggono un diverso potere di spingere il fluido elettrico e cacciarlo avanti ne' conduttori umidi» (ivi, pp. 304 e 305).

haut point, quant à la force et au bruit des explosions,[1] à l'étincelle, à la distance à laquelle peut s'opérer la décharge, etc. égalant seulement les effets d'une batterie chargée à un degré très-foible, d'une batterie pourtant ayant une capacité immense; mais qui d'ailleurs surpasse infiniment la vertu et le pouvoir de ces mêmes batteries, en ce qu'il n'a pas besoin, comme elles, d'être chargé d'avance, au moyen d'une électricité étrangère; et en ce qu'il est capable de donner la commotion,[2] toutes les fois qu'on le touche convenablement, quelques fréquents que soient ces attouchements.

Cet appareil, semblable dans le fond, comme je ferai voir, et même tel que je viens de le construire, pour la forme, à l'*organe électrique naturel* de la torpille, de l'anguille tremblante, etc. bien plus qu'à la bouteille de Leyde, et aux batteries électriques connues, je voudrois l'appeler *Organe électrique artificiel*.[3] Et au vrai n'est il pas, comme celui-là, composé uniquement de corps conducteurs? n'est-il pas au surplus actif par lui-même, sans aucune charge précédente? Sans le secours d'une électricité quelconque excitée par aucun des moyens connus jusqu'ici; agissant sans cesse et sans relâche; capable enfin de donner à tout moment des commotions

1. *explosions*: scariche elettriche. 2. *la commotion*: la scossa; sopra aveva detto: «pour les effets, c'est-à-dire, pour les commotions qu'il est capable de faire éprouver dans le bras, etc. aux bouteilles de Leyde . . .». Anche scrivendo in italiano Volta impiega la parola *commozione*. 3. *Organe électrique artificiel*: i "galvanisti" lo chiamarono, invece, per polemica (che addolorò Volta) «pila galvanica». Volta ha dunque realizzato un progetto che riproduce "artificialmente" ciò che già esiste nella natura: idea che lo stesso scienziato, nella lettera a M.me Le Noir de Nanteuil, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., I, pp. 8 sgg., dice attuata solo, in modo rudimentale, da «Mr. Cavendish» che lavorò a una *torpille artificielle*. Il fatto che Volta non citasse in proposito le ricerche del Galvani sulla *raja torpedo*, comunicate, tra l'altro, a Spallanzani – vedi *Memorie sulla elettricità animale di* LUIGI GALVANI [. . .] *al celebre abate Lazzaro Spallanzani* [. . .]. *Aggiunte alcune elettriche esperienze di* GIOVANNI ALDINI [. . .], Bologna, Sassi, 1797 – venne giudicato dal partito "galvanista" una preterizione ingiuriosa. Ma in realtà, a prescindere dalla difficile priorità nello studio della torpedine (che interessò Galvani, sembra, sulle orme di Volta), il medico bolognese non era giunto ad alcuna idea di riproduzione "artificiale" del fenomeno: vedi il suo *Taccuino delle esperienze sulla torpedine fatte a Sinigaglia ed a Rimini nel 1795*, in «Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna», s. II, t. IX (1869), pp. 177-98. In ogni caso, però, Volta non fu generoso né verso Galvani, né verso Giovanni Fabroni (vedi la nota a p. 953) che lo aveva preceduto. Sulla *torpille*, ossia la *raja torpedo*, e *l'anguille tremblante* o gimnoto (che Galvani chiamava «anguilla del Surinam») vedi rispettivamente le note 5 e 4 a p. 275.

plus ou moins fortes, selon les circonstances, des commotions qui redoublent à chaque attouchement, et qui, répétées ainsi avec fréquence, ou continuées pour un certain temps, produisent ce même engourdissement des membres que fait éprouver la torpille, etc.?

Je vais vous donner ici une description plus détaillée de cet appareil, et de quelques autres analogues, aussi bien que des expériences relatives les plus remarquables.

Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes ou disques, de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent,[1] d'un pouce[2] de diamètre, plus ou moins (par exemple, de monnoyes), et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, de la même figure et grandeur, à-peu-près; je dis à-peu-près, par ce qu'une précision n'est point requise, et, en général, la grandeur, aussi bien que la figure, des pièces métalliques, est arbitraire: on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger commodément les unes sur les autres, en forme de colonne. Je prépare en outre un nombre assez grand de rouelles de carton, de peau, ou de quelque autre matière spongieuse, capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humeur dont il faudra, pour le succès des expériences, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches ou rouelles, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que les disques ou plateaux[3] métalliques, à fin qu'interposées à ceux, de la manière que je dirai tantôt, ils n'en débordent pas.

Ayant sous ma main toutes ces pièces, en bon état, c'est-à-dire, les disques métalliques bien propres et secs, et les autres non-métalliques bien imbibés d'eau simple, ou, ce qui est beaucoup mieux, d'eau salée, et essuyés en suite légèrement, pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les arranger comme il convient; et cet arrangement est simple et facile.

Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque un des plateaux métalliques, par exemple, un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc; sur ce second je couche un des disques mouillés; puis un autre plateau d'argent, suivi immé-

1. *d'argent*: l'argento si era rivelato ottimo conduttore nelle esperienze galvaniane del *De animali eletricitate*. 2. *pouce*: vedi la nota 2 a p. 1003. 3. *plateaux*: traduzione del termine «piattini» impiegato da Volta per definire, in prima istanza, i «dischi» metallici; all'inizio del capoverso li aveva chiamati *petites plaques rondes ou disques*. Questa disponibilità a usare sinonimi è una prova dell'insofferenza di Volta per una terminologia chiusa e rigida.

diatement d'un autre de zinc, auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue ainsi, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire, toujours l'argent dessous et le zinc dessus, ou *vice versa*, selon que j'ai commencé, et interposant à chacune de ces couples un disque mouillé; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler.

Or, si elle parvient à contenir environ 20 de ces étages ou couples de métaux, elle sera déjà capable, non seulement de faire donner des signes à l'électromètre de Cavallo,[1] aidé du condensateur, au de-là de 10 ou 15 degrés, de charger ce condensateur par un simple attouchement, au point de lui faire donner une étincelle, etc., mais aussi de frapper les doigts avec lesquels on vient toucher ses deux extremités (la tête et le pied d'une telle colonne) d'un ou de plusieurs petits coups, et plus ou moins fréquents, selon qu'on réitère ces contacts; chacun desquels coups ressemble parfaitement à cette légère commotion que fait éprouver une bouteille de Leyde foiblement chargée, ou une batterie chargée beaucoup plus foiblement encore, ou enfin une torpille extrêmement languissante, qui imite encore mieux les effets de mon appareil, par la suite des coups répétés qu'elle peut donner sans cesse.

Pour obtenir de telles légères commotions de cet appareil que je viens de décrire, et qui est encore trop petit pour de grands effets, il est nécessaire que les doigts avec lesquels on veut toucher ses deux extremités en même tems soient humectés d'eau,[2] au point que la peau, qui autrement n'est pas un assez bon conducteur, se trouve bien trempée. Encore, pour réussir plus sûrement, et recevoir des commotions considérablement plus fortes, faut-il faire communiquer, par le moyen d'une lame suffisamment large, ou d'un gros fil métallique, le pied de la colonne, c'est-à-dire le plateau du fond, avec l'eau d'un bassin, ou coupe assez grande, dans laquelle on tiendra plongé un doigt, deux, trois, ou toute la main, tandis qu'on

1. *électromètre de Cavallo*: vedi la nota 1 a p. 1032. 2. *humectés d'eau*: già Galvani si era accorto della scarsa conduttività della pelle (cui Volta farà immediato riferimento); ma, se stiamo a E. VALLI, *Lettera XI sull'elettricità animale*, Mantova, Stamperia G. Braglia, 1794, p. VI, uno sperimentatore della Royal Society, «il sig. Fowler, aveva già rimarcato che i metalli abbisognavano di umido onde esercitare la loro facoltà sul fluido nerveo che egli chiama *influenza*».

ira toucher la tête ou extrémité supérieure (le dernier ou un des derniers plateaux de cette colonne) avec l'extrémité nette d'une lame aussi métallique, empoignée par l'autre main, qui doit être bien humide, et embrasser une large surface de cette lame, et la serrer fortement. En procédant de cette manière, je puis déjà obtenir un petit picotement, ou légère commotion, dans une ou deux articulations d'un doigt plongé dans l'eau du bassin, en touchant, avec la lame empoignée dans l'autre main, la quatrième, ou même la troisième paire de plateaux; touchant ensuite la cinquième, la sixième, et de proche en proche les autres, jusqu'au dernier plateau, qui fait la tête de la colonne, il est curieux d'éprouver comment les commotions augmentent graduellement en force. Or, cette force est telle que je parviens à recevoir d'une telle colonne, formée de 20 paires de plateaux (pas davantage), des commotions qui prennent tout le doigt, et l'affectent même assez douloureusement, s'il est plongé seul dans l'eau du bassin; qui s'étendent (sans douleur) jusqu'au poignet, et même jusqu'au coude, si la main est plongée en grande partie, ou entièrement, et se font sentir encore au poignet de l'autre main.

Je suppose toujours qu'on ait pratiqué toutes les attentions nécessaires dans la construction de la colonne, que chacune des paires ou couples de métaux, résultant d'une plaque d'argent appliquée à une de zinc, se trouve en communication avec la couple suivante par une couche suffisante d'humeur, qui soit de l'eau salée, plutôt que de l'eau pure, ou par un disque de carton, de peau, ou autre chose semblable, bien imbibée de cette eau salée; lequel disque ne soit pas trop petit, et dont les surfaces soient bien collées aux surfaces des plateaux métalliques, entre lesquels il se trouve interposé.

Cette application exacte et étendue des disques mouillés, est très-importante; au lieu que les plateaux métalliques de chaque paire, peuvent ne se toucher entr'eux qu'en peu de points, pourvu seulement que leur contact soit immédiat.

Tout cela fait voir (pour le dire ici en passant) que si le contact des métaux entr'eux en quelques points seulement suffit (étant tous d'excellents conducteurs) pour donner libre passage à un courant électrique mediocrement fort, il n'en est pas de même pour les liquides, ou pour les corps imbibés d'humeur, qui sont des conducteurs beaucoup moins parfaits, et qui, par conséquent, ont besoin d'un ample contact avec les conducteurs métalliques, et plus encore

entr'eux, pour que le fluide électrique puisse passer avec assez de facilité, et pour qu'il ne soit pas trop retardé dans son cours, surtout lorsqu'il est mu avec très-peu de force, comme dans notre cas.[1]

Au reste, les effets de mon appareil (les commotions qu'on éprouve) sont considérablement plus sensibles, à mesure que la température de l'air ambient, ou celle de l'eau, ou des disques mouillés qui entrent dans la composition de la colonne, et de l'eau même du bassin, est plus chaude; la chaleur rendant l'eau plus conductrice. Mais, ce qui la rend beaucoup meilleure encore, ce sont presque tous les sels, et notamment le sel commun. Voilà une des raisons, si non la seule, pourquoi il est si avantageux que l'eau du bassin, et surtout celle interposée à chaque paire de plateaux métalliques, l'eau dont sont imbibés les disques de carton, etc. soit de l'eau salée, comme j'ai déjà fait remarquer.

Mais tous ces moyens, et toutes ces attentions, enfin, n'ont qu'un avantage limité, et ne feront jamais qu'on puisse obtenir des commotions bien fortes, tant que l'appareil ne consistera qu'en une seule colonne formée de 20 paires seulement de plateaux, quoi qu'ils soient des deux meilleurs métaux pour ces expériences, sçavoir, d'argent et de zinc; car, s'ils étoient d'argent et de plomb, ou d'étain, ou de cuivre et d'étain, on n'obtiendroit pas la moitié de l'effet, à moins qu'un nombre beaucoup plus grand ne suppléât à la moindre force de chaque paire. Or donc, ce qui augmente réellement la puissance électrique de cet appareil, et la peut porter au degré d'égaler, et de surpasser encore, celle de la torpille et de l'anguille tremblante, c'est le nombre des plateaux, arrangés de la manière, et avec les attentions, que j'ai expliqué. Si, aux 20 paires décrites ci-dessus, on en ajoute 20 ou 30 autres, disposées dans le même ordre, les commotions que pourra donner la colonne ainsi prolongée (je dirai tantôt comment on peut la soutenir, pour qu'elle ne s'écroule pas, ou, ce qui est mieux, la partager en deux ou plusieurs colonnes) seront déjà beaucoup plus fortes et s'étendront dans les deux bras jusqu'à l'épaule, sur-tout dans celui dont la main est plongée dans

1. *Tout cela . . . cas*: per queste idee, vedi, dello stesso VOLTA, *Sul galvanismo ossia sull'elettricità eccitata dal contatto de' conduttori dissimili* (1796-1797), in *Le opere*, Ed. Naz. cit., I, pp. 391 sgg. e specialmente i *Frammenti di appunti e risultati di esperienze sulla forza elettromotrice di contatto fatte specialmente con piattelli* (1797 [?]), ivi, I, pp. 449-57.

l'eau; la quelle main, avec le bras entier, en restera plus ou moins engourdie si, en réitérant les attouchements avec fréquence, on fait succéder ces commotions l'une à l'autre rapidement et sans relâche. Cela, en plongeant toute, ou presque toute, la main dans l'eau du bassin; mais, si on ne plonge qu'un doigt seul, en tout ou en partie, les commotions concentrées presque dans lui seul en seront d'autant plus douloureuses, et si cuisantes qu'elles deviendront insupportables.

On s'attend bien que cette colonne, formée de 40 ou 50 couples de métaux, qui donne des commotions plus que médiocres aux deux bras d'une personne, pourra en donner encore de sensibles à plusieurs, qui, se tenant par leurs mains (suffisamment humides), forment une chaine non interrompue.

Revenant à la construction mécanique de mon appareil, qui est susceptible de plusieurs variations, je vais décrire ici, non pas toutes celles que j'ai imaginées et exécutées,[1] soit en grand, soit en petit, mais quelques unes seulement, qui sont ou plus curieuses, ou plus utiles; qui présentent quelqu'avantage réel, comme d'être d'une exécution plus facile, ou plus expéditive, d'être plus immanquables dans leurs effets, ou plus longtems conservables en bon état.

Et pour commencer par une, qui, réunissant a-peu-près tous ces avantages, diffère le plus, quant à sa figure, de l'*appareil à colonne*[2] décrit ci-dessus, mais qui a le désavantage d'être une machine beaucoup plus volumineuse; je vous présente ce nouvel appareil, que j'appellerai *à couronne de tasses*,[3] dans la figure ci-jointe (fig. 1).

On dispose donc une rangée de plusieurs tasses ou coupes, de quelque matière que ce soit, exceptés les métaux, de tasses de bois, d'écaille, de terre, ou mieux de cristal (des petits verres à boire ou gobelets sont les plus à-propos), à demi pleines d'eau pure, ou mieux d'eau salée, ou de lessive; et on les fait communiquer toutes, on en forme une espèce de chaine, par le moyen d'autant d'arcs métalliques, dont un bras A*a*, ou seulement l'extrémité A, qui plonge dans un des gobelets, est de cuivre rouge, ou jaune, ou mieux de

1. *imaginées et exécutées*: come noto, Volta costruiva personalmente i suoi strumenti di lavoro. Vari tipi di "pile" sono conservati nel Tempio voltiano di Como. 2. *appareil à colonne*: il termine «apparecchio a colonna» avrà fortuna linguistica limitatissima, presto sostituito da «piliere» e da «pila». 3. *à couronne de tasses*: si noti la tendenza di Volta a battezzare strumenti (e fenomeni) con termini semplici, che "cristallizzano" parole della lingua comune e quindi hanno grande trasparenza semantica.

Fig. 1.

Fig. 2.

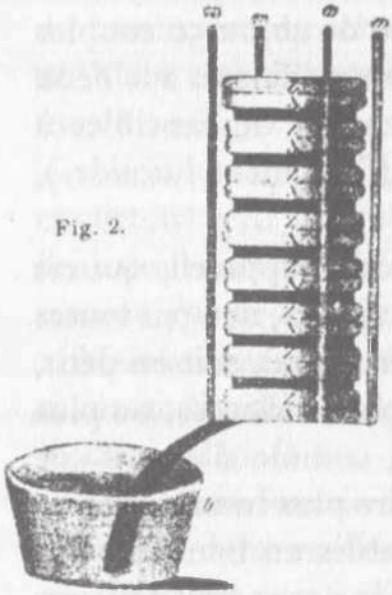
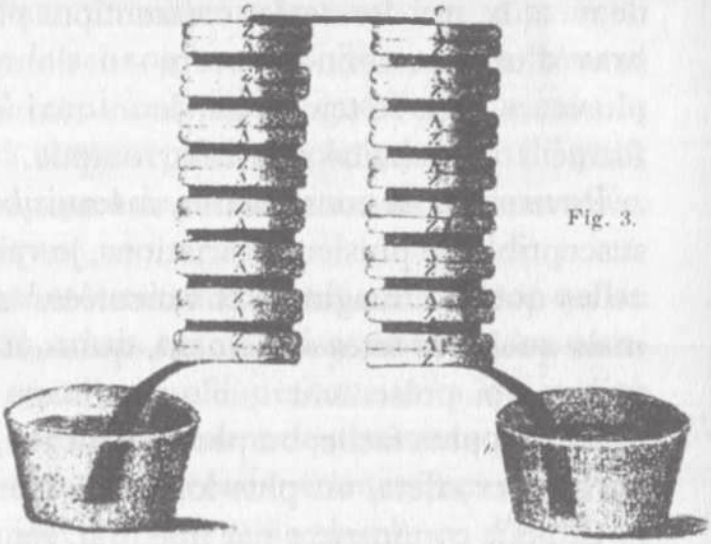


Fig. 3.



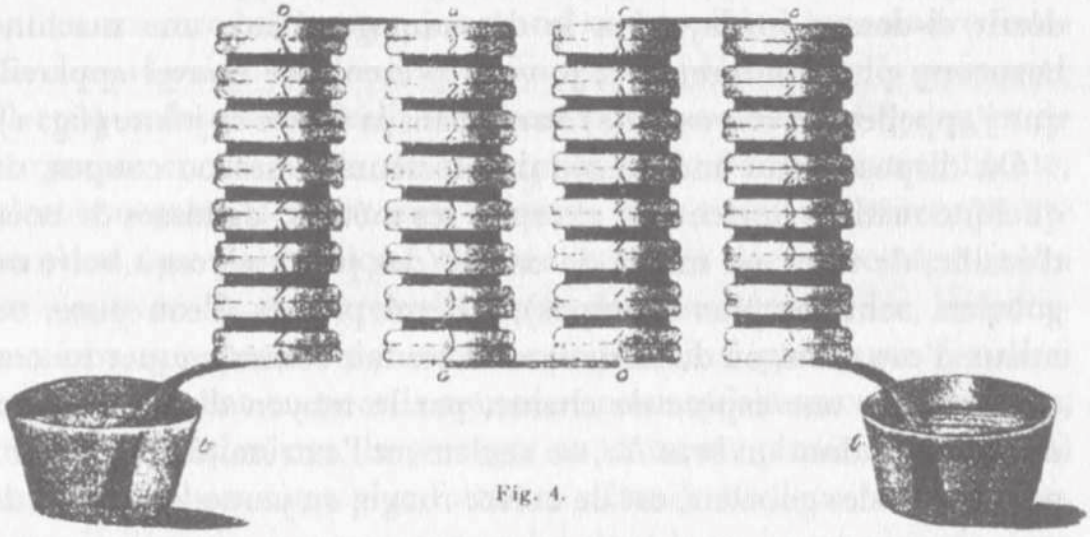


Fig. 4.

cuivre argenté, et l'autre Z, qui plonge dans le gobelet suivant, est d'étain, ou mieux de zinc.[1] J'observerai ici, en passant, que la lessive et les autres liqueurs alcalines sont préférables lorsqu'un des métaux qui doivent plonger est l'étain; l'eau salée est préférable, lorsque c'est le zinc. Les deux métaux dont chaque arc se compose, sont soudés ensemble, dans quelque endroit que ce soit, au-dessus de la partie qui plonge dans le liquide, et qui doit le toucher par une surface suffisamment large: il est pour cela convenable que cette partie soit une lame d'un pouce quarré, ou très-peu moins; le reste de l'arc peut être plus étroit tant qu'on veut, et même un simple fil métallique. Il peut aussi être d'un troisième métal, différent des deux qui plongent dans le liquide des gobelets; puisque l'action sur le fluide électrique,[2] qui résulte de tous les contacts de plusieurs métaux qui se succèdent immédiatement, la force avec la quelle ce fluide se trouve poussé à la fin, est la même absolument, ou à-peu-près, que celle qu'il auroit reçu par le contact immédiat du premier métal avec le dernier, sans aucun des métaux intermédiaires, comme j'ai vérifié par des expériences directes, dont j'aurai occasion de parler ailleurs.

Or donc, une suite de 30, 40, 60, de ces gobelets, enchainés de cette manière, et rangés, soit dans une ligne droite, soit dans une courbe, ou repliée de toutes les manières, forme tout ce nouvel appareil; qui dans le fond, et en substance, est le même que l'autre à colonne, décrit plus haut; l'essentiel, qui consiste dans la communication immédiate des métaux différents qui forment chaque couple, et médiate d'une couple avec l'autre, savoir, par l'intermède d'un conducteur humide, ayant lieu pour l'un, aussi bien que pour l'autre de ces appareils.

Quant à la manière de mettre celui à gobelets à l'épreuve, et quant aux différentes expériences auxquelles il peut servir, je n'ai

1. *cuivre . . . zinc*: i metalli conduttori per eccellenza, che il Volta definiva «di prima classe» o «eccitatori» per distinguerli dai conduttori non metallici, o «di seconda classe». Questa terminologia fu stabilita nella *Lettera terza* ad Anton Maria Vassalli, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., I, p. 297, ed ebbe fortuna presso i fisici. 2. *fluide électrique*: Volta mantiene la generica terminologia settecentesca, a cui solo cautamente tenterà di dar spiegazioni "quantitative" e "qualitative" più complesse: cfr. almeno la *Lettera a Martino van Marum sulla identità del fluido elettrico col fluido galvanico* e il *Saggio teorico e sperimentale di elettricità* (che contiene, al capo terzo, una *Teoria dell'elettricità*). Cfr. *Le opere*, Ed. Naz. cit., IV, 1927, pp. 207 sgg. e 291 sgg.

pas besoin d'en dire beaucoup, après ce que j'ai fait observer, et expliqué amplement, au sujet de l'autre à colonne. On comprendra aisément que pour avoir la commotion[1] il suffit de plonger une main dans un des gobelets, et un doigt de l'autre main dans un autre gobelet, assez éloigné de celui-là; que cette commotion sera d'autant plus forte que ces deux vases seront plus éloignés l'un de l'autre, c'est-à-dire, qu'il y en aura un plus grand nombre d'intermédiaires; que, par conséquent, on aura la plus forte en touchant le premier et le dernier de la chaine. On comprendra aussi comment, et pourquoi, les expériences réussiront beaucoup mieux en empoignant, et serrant, dans une main bien humectée, une lame métallique assez large (afin que la communication soit ici assez parfaite, et se fasse par un grand nombre de points), et touchant avec cette lame l'eau du gobelet, ou plutôt l'arc métallique désigné, tandis que l'autre main se trouve plongée dans l'autre gobelet éloigné, ou touche, avec une lame empoignée de même, l'arc de celui-ci. Enfin on comprendra, et on pourra même prévoir le succés d'une grande variété d'expériences, qu'on peut exécuter avec cet *appareil à couronne de tasses*, plus facilement, et d'une manière plus évidente et parlante, pour ainsi dire, aux yeux, qu'avec l'autre appareil à colonne. Je me dispenserai donc de décrire un grand nombre de ces expériences faciles à deviner, et j'en rapporterai seulement quelques unes, qui ne sont pas moins instructives qu'amusantes.

Soient trois vingtaines de ces tasses ou gobelets, rangés et enchainés l'un à l'autre par les arcs métalliques, mais de façon que, pour la première vingtaine, ces arcs soient tournés dans le même sens, par exemple, le bras d'argent tourné à gauche, et le bras de zinc à droite; et pour la seconde vingtaine, en sens contraire, c'est-à-dire, le zinc à gauche, et l'argent à droite; enfin, pour la troisième vingtaine, de nouveau, l'argent à gauche, comme pour la première. Ces choses ainsi disposées, plongez un doigt dans l'eau du premier gobelet, et touchez, avec la lame empoignée par l'autre main, de la manière prescrite, le premier arc métallique (celui qui joint le premier gobelet au second), puis l'autre arc qui embrasse le second et le troisième gobelet, et successivement les autres arcs, jusqu'à les parcourir tous. Si l'eau est bien salée et tiède, et la peau des mains assez humectée et ramollie, vous commencerez déjà à éprouver une

1. *la commotion*: la scossa. Ma vedi anche la nota 2 a p. 1036.

petite commotion dans le doigt, lorsque vous serez parvenu à toucher le 4^{e} ou le 5^{e} arc (je l'ai éprouvée quelque fois assez distinctement par le contact du 3^{e}); et, en passant successivement au 6^{e}, 7^{e} etc. les secousses augmenteront graduellement de force, jusqu'au 20^{e} arc, c'est-à-dire, jusqu'au dernier de ceux tournés dans le même sens: mais, en passant outre, au 21^{e}, 22^{e}, 23^{e}, ou 1er, 2^{e}, 3^{e} de la seconde vingtaine, dans laquelle ils sont tous tournés en sens contraire, les secousses deviendront à chaque pas moins fortes, si bien, qu'au 36^{e} ou 37^{e}, elles seront imperceptibles, et absolument nulles au 40^{e}; passé lequel (et commençant, la troisième vingtaine, opposée à la seconde, et analogue à la première), les secousses seront encore imperceptibles, jusqu'au 44^{e} ou 45^{e} arc; mais elles recommenceront à devenir sensibles, et à augmenter graduellement, à mesure que vous avancerez jusqu'au 60^{e}, où elles seront arrivées à la même force du 20^{e} arc.

Or, si les 20 arcs du milieu étoient tournés dans le même sens que les 20 précédents et les 20 suivants, si tous le 60 conspiroient à pousser le fluide électrique dans la même direction, on comprend de combien l'effet seroit plus grand à la fin, et la commotion plus forte; et en général on comprend comment, et jusqu'à quel point, elle doit être affoiblie, dans tous les cas ou un nombre plus ou moins grand de ces forces, par la position des métaux à l'opposite, se contrarient. Si la chaine est interrompue quelque part, soit que l'eau manque dans une des tasses soit qu'un des arcs métalliques ait été enlevé, ou qu'il soit séparé en deux pièces, vous n'aurez aucune commotion en plongeant un doigt dans l'eau du premier, et un autre dans l'eau du dernier vase; mais vous l'aurez, forte ou foible, selon les circonstances (laissant ces doigts plongés), au moment qu'on rétablira la communication rompue, au moment qu'une autre personne plongera dans les deux tasses où manque l'arc deux de ses doigts (qui seront aussi frappés d'une légère commotion), ou mieux, qu'elle y plongera ce même arc qu'on avoit ôté, ou un autre quelconque; et, dans le cas de l'arc séparé en deux pièces, au moment qu'on ramenera celles-ci au contact mutuel (de la quelle manière la commotion sera plus forte qu'autrement); enfin, dans le cas de la tasse vuide, au moment qu'en y versant de l'eau, elle abordera aux deux bras métalliques enfoncés dans cette tasse, et qui se trouvoient à sec.

Lorsque la chaine ou couronne de tasses est assez longue, et en état de pouvoir donner une forte commotion, on l'éprouvera, quoique

beaucoup plus foible, quand même on tiendroit plongés les deux doigts, ou les deux mains, dans un seul bassin d'eau assez grand, dans lequel aboutissent le premier et le dernier arc métallique, pourvu que l'une ou l'autre de ces mains enfoncées, ou mieux toutes les deux, on les tienne respectivement en contact de ces mêmes arcs, ou assez près du contact; on éprouvera, dis-je, une commotion, au moment que (la chaine se trouvant interrompue quelque part) la communication sera rétablie, et le cercle completé, d'une des manières qu'on vient de dire. Or, on pourroit être surpris que, dans ce cercle, le courant électrique, ayant son passage libre à travers un masse d'eau non interrompue, dans cette eau qui remplit le bassin, quitte ce bon conducteur, pour se jetter, et poursuivre son cours, à travers le corps de la personne qui tient ses mains plongées dans cette même eau, en faisant ainsi un plus long trajet. Mais la surprise cessera, si on réfléchit que les substances animales vivantes et chaudes, et sur-tout leurs humeurs, sont en général des meilleurs conducteurs que l'eau.[1] Le corps donc de la personne qui plonge les mains dans l'eau, offrant un passage plus facile que cette eau au torrent électrique, celui-ci doit le préférer, quoiqu'un peu plus long. Au reste, comme le fluide électrique, lorsqu'il doit traverser en quantité des conducteurs qui ne sont pas parfaits, et nommément des conducteurs humides, aime à s'étendre dans un canal plus large, ou à se partager en plusieurs, et à prendre même des détours, trouvant en cela moins de résistance qu'à suivre un seul canal, quoique plus court; ce n'est dans notre cas qu'une partie du torrent électrique, qui, s'écartant de l'eau, prend cette nouvelle route de la personne, et la parcourt d'un bras à l'autre: une autre partie, plus ou moins grande, passe à travers l'eau du bassin. Voilà la raison pourquoi la secousse qu'on éprouve, est beaucoup plus foible que lorsque le courant électrique n'est point partagé, lorsque la personne fait seule la communication d'un arc à l'autre, etc.

D'après ces expériences, on peut croire que, lorsque la torpille veut donner une secousse aux bras de l'homme, ou aux animaux qui la touchent, ou qui s'approchent de son corps sous l'eau (laquelle secousse est pareillement beaucoup plus foible que celle que le poisson peut donner hors de l'eau), elle n'a qu'à rapprocher quelques

1. *les substances . . . eau*: tesi già dimostrata da Galvani nel suo *De viribus electricitatis in motu musculari* (e diffusa, dal 1793, dagli *Experiments on Animal Electricity with Their Applications to Physiology* di Eusebio Valli).

unes des parties de son organe électrique, là où, par quelque intervalle, la communication manque; qu'à ôter ces interruptions entre l'une et l'autre des colonnes dont est formé le dit organe, ou entre ces membranes en forme de disques minces, qui gissent les unes sur les autres, du fond jusqu'au sommet de chaque colonne; elle n'a, dis-je, qu'à ôter ces interruptions dans un ou plusieurs endroits, et y faire naître le contact convenable, soit en comprimant ces mêmes colonnes, soit en faisant couler entre les pellicules ou diaphragmes soulevés quelqu'humeur, etc. Voilà quelle peut être, et, comme j'imagine, quelle est réellement, toute la tâche de la torpille,[1] en donnant la commotion; car tout le reste, je veux dire l'incitation et mouvement donné au fluide électrique, n'est qu'un effet nécessaire de son organe singulier, formé, comme on voit, d'une suite très-nombreuse de conducteurs, que j'ai tout le fondement de croire assez différents entr'eux pour être aussi *moteurs* de fluide électrique, dans leurs contacts mutuels, et de le supposer arrangés de la manière convenable pour pousser ce fluide avec une force suffisante, de haut en bas, ou de bas en haut, et déterminer un courant capable de produire la commotion, etc. sitôt, et chaque fois, que tous les contacts et communications nécessaires ont lieu.

Mais laissons maintenant la torpille et son *organe électrique naturel*, et revenons à l'*organe électrique artificiel* de mon invention, et particulièrement à celui qui imite le premier, même par la forme (car celui à gobelets s'en éloigne à cet égard), revenons à mon premier *appareil à colonne*. J'aurois quelque chose encore à dire par rapport à la construction du dit appareil à gobelets ou *à couronne de tasses*, par exemple qu'il est bon que la première et la dernière tasse soient assez grandes pour pouvoir y plonger, à l'occasion, toute la main etc.; mais il seroit trop long d'entrer dans tous ces détails.

Quant à l'appareil à colonne, j'ai cherché les moyens de l'allonger beaucoup, en multipliant les plateaux métalliques sans qu'elle s'écroulât; de rendre cet instrument commode et portatif, et, sur-

1. *la tâche de la torpille*: Volta svilupperà la questione in uno scritto "metodologico" (1805) *Sopra esperienze ed osservazioni da intraprendersi sulle torpedini. Lettera al professore di fisica sperimentale* [. . .] *P. Configliachi*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., II, pp. 191-203. Ma quanto qui detto è già superiore al "taccuino" di Galvani (vedi *Il Taccuino di* LUIGI GALVANI, edizione in facsimile, Bologna, Zanichelli, 1937), che dedica postille al problema.

tout, durable; et j'ai trouvé, entr'autres, les suivants, que je vous mets sous les yeux, par les figures ci-jointes (fig. 2, 3, 4).

Dans la fig. 2^e, *m*, *m*, *m*, *m*, sont des montants ou baguettes, au nombre de trois, quatre, ou plus, qui s'élèvent du pied de la colonne, et renferment, comme dans une cage, les plateaux ou disques posés les uns sur les autres, en tel nombre, et jusqu'à la hauteur qu'on veut, et les empêchent ainsi de tomber. Les baguettes peuvent être de verre, de bois, ou de métal; seulement, dans ce dernier cas, il faut empêcher qu'elles touchent immédiatement les plateaux; ce qu'on peut faire, ou en couvrant chacune de ces baguettes métalliques avec un tube de verre, ou en interposant entre celles-ci et la colonne quelques bandes de toile cirée, de papier huilé, ou même de papier simple, ou tout autre corps enfin, qui soit ou *cohibent*[1] ou mauvais conducteur: le bois, ou le papier, le sont assez pour notre cas, pourvu seulement qu'ils ne soient pas extrêmement humides ou mouillés.

Mais le meilleur expédient, lorsqu'on veut former l'appareil d'un nombre très-grand de plateaux, au-delà, par esemple, de 60, 80, 100, est de partager la colonne en deux ou plusieurs, comme on voit dans les figures 3 et 4 où les pièces ont toutes leurs positions et communications respectives, comme si c'étoit une seule colonne. On peut en effet regarder la fig. 4^e, aussi bien que la 3^e, comme une colonne repliée.

Dans toutes ces figures, les plateaux métalliques différents sont désignés par les lettres A et Z (qui sont les initielles d'*argent* et de *zinc*); et les *disques mouillés*[2] (de carton, de peau, etc.) interposés à chaque couple de ces métaux, par une couche noire.

Les lignes ponctuées marquent l'union d'un métal avec l'autre, dans chaque couple, leur contact mutuel par un nombre quelconque de points; ce qui est indifférent, ou qu'ils sont soudés ensemble, ce qui est bien à plus d'un égard; *c c*, *c c*, *c c*, sont des plaques métalliques, qui font communiquer une colonne, ou section de co-

1. *cohibent*: coibente, "isolante". 2. *disques mouillés*: dopo il 1801, Volta adopererà stabilmente il feltro, tentando poi di costruire una "pila" da lui stesso definita «secca». Cfr. gli scritti *Boccie caricate con pile a bollettini secchi ed effetti di scariche di vetri armati in relazione al loro grado elettrometrico* e *Lettera all'abate Zamboni sulle pile a secco*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., IV, pp. 279-82 e 283-8. Le ragioni di costruzione di una "pila secca" sono adombrate dal passo immediatamente seguente.

lonne, à l'autre; et *b*, *b*, *b*, *b*, *b*, sont les bassins d'eaux, en communication avec les pieds ou extrémités des colonnes.

Un appareil ainsi monté est assez commode, pas volumineux, et on pourroit le rendre encore plus facilement et plus sûrement portatif, à l'aide de quelques étuis ou canons, dans lesquels on enfermeroit et garderoit chaque colonne. C'est dommage seulement qu'il ne dure pas long-tems en bon état; les disques mouillés se dessé-chant, dans un ou deux jours, au point qu'il faut les humecter de nouveau; ce qu'on peut faire pourtant, sans démonter tout l'appareil, en plongeant les colonnes toutes faites dans l'eau, et (les ayant retirées quelques tems aprés) les essuyant à l'extérieur avec un linge, ou autrement le mieux qu'on peut.

La meilleure manière d'en faire un instrument aussi durable qu'on peut le souhaiter, seroit d'enfermer et retenir l'eau interposée à chaque couple de métaux, et de fixer ces mêmes plateaux à leurs places, en enveloppant de cire ou de poix toute la colonne; mais la chose est un peu difficile pour l'exécution, et exige beaucoup de patience. J'y ai pourtant réussi; et j'ai formé, de cette manière, deux cilindres de 20 couples métalliques, qui me servent encore assez bien, après quelques semaines, et serviront, j'espère, après des mois.

On a la commodité de pouvoir employer ces cilindres aux expériences, non seulement debout, mais inclinés, ou couchés, comme on veut, et même plongés dans l'eau, la tête seulement dehors: ils pourroient encore donner la commotion plongés entièrement, s'ils contenoient un nombre plus grand de plateaux, ou si plusieurs de ces cilindres étoient joints ensemble, et qu'il y eût quelqu'interruption, qu'on pût ôter à volonté, etc. avec quoi ces cilindres imiteroient assez bien l'anguille tremblante; pour mieux ressembler à laquelle, même dans l'extérieur, ils pourroient être joints ensemble par des fils métalliques pliables, ou des ressorts à boudin, et être couverts dans toute la longueur d'une peau, et se terminer en une tête et en une queue, bien configurées[1] etc.

1. *pour mieux . . . configurées*: passo definito curioso da tutti gli storici; probabilmente Volta voleva conformare la creazione tecnica al modello "naturale", secondo una prassi seguita anche da Cavendish: vedi *An Account of Some Attempt to Imitate the Effects of the Torpedo by Electricity*, in «Philosophical Transactions», vol. LXVI (1776), p. 196 e, naturalmente, *The Electrical Researches of the Honourable* H. CAVENDISH *Written between*

Les effets sensibles à nos organes que produit un appareil formé de 40 ou 50 paires de plateaux (et même un moins grand, si l'un des métaux étant argent ou cuivre, l'autre est zinc), ne se réduisent pas simplement aux commotions: le courant de fluide électrique, mu et sollicité par un tel nombre et espèces de conducteurs différents, argent, zinc et eau, alternativement disposés de la manière décrite, n'excite pas seulement des contractions et spasmes dans les muscles, des convulsions plus ou moins violentes dans les membres qu'il traverse dans son cours, mais il irrite aussi les organes du goût, de la vue, de l'ouïe et du tact proprement dit, et y produit des sensations propres à chacun.

Et, premièrement, quant au sens du tact; si, au moyen d'un ample contact de la main (bien humectée), avec une lame métallique, ou mieux, en plongeant la main profondément dans l'eau du bassin, j'établis d'un côté une bonne communication avec une des extrémités de mon *appareil électro-moteur* (il faut donner de nouveaux noms à des instruments nouveaux, non seulement par la forme, mais aussi par les effets, ou par le principe d'où ils dépendent),[1] et de l'autre côté j'applique le front, la paupière, le bout du nez, aussi humectés, ou quelque autre partie du corps où la peau soit assez délicate, j'applique, dis-je, avec un peu de pression, quelqu'une de ces parties délicates, bien humectées, contre la pointe d'un fil métallique, qui va communiquer convenablement à l'autre extrémité du dit appareil, je sens, au moment que s'accomplit ainsi le cercle conducteur, à l'endroit touché de la peau, et un peu au-delà, un coup et une piqûre, qui passent vite, et se répètent autant de fois qu'on interrompt et rétablit ce cercle; de sorte que, si ces alternatives sont fréquentes, elles me causent un trémoussement et un picotement fort désagréable.[2] Mais, si toutes les communications con-

1771 and 1781, Edited from the Original Manuscripts [. . .] by J. C. Maxwell, Cambridge, At the University Press, 1879, pp. 194-215. 1. *il faut . . . dépendent*: si noti la coscienza dell'opportunità del neologismo, come "battesimo" linguistico di strumenti nuovi, in un Volta attentissimo ai problemi del linguaggio scientifico. 2. *picotement fort désagréable*: come noto, Volta, per riconoscere presenze elettriche minime in certi corpi metallici, ricorreva anche alla lingua. L'uso del "corpo" come misuratore delle sensazioni è tipicamente settecentesco. A. POLVANI, *A. Volta*, cit., p. 283, ricorda in proposito un trattato di JOHANN GEORG SULZER, le *Recherches sur l'origine des sentiments agréables et désagréables* del 1752, che ebbe buone accoglienze proprio presso gli elettrologi (cfr. *Nouvelle théorie des plaisirs, par Mr.* SULZER, *avec des réflexions sur l'origine du plaisir, par*

tinuent sans ces alternatives, sans la moindre interruption du cercle, je ne ressens plus rien pour quelques moments; passés lesquels, commence à la partie appliquée au bout du fil métallique une autre sensation, qui est une douleur aiguë (sans secousse), limitée précisément aux points du contact, une cuisson, non seulement continuée, mais qui va toujours en augmentant, au point de devenir en peu de tems insupportable, et qui ne cesse qu'en interrompant le cercle.

Quelle preuve plus évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le tems que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent? et que seulement en interrompant celui-ci, un tel courant est suspendu? cette circulation sans fin du fluide électrique (ce *mouvement perpétuel*),[1] peut paroître paradoxe, peut n'être pas explicable: mais elle n'en est pas moins vraie et réelle, et on la touche, pour ainsi dire, des mains. Une autre preuve évidente peut aussi se tirer, de ce que, dans ces sortes d'expériences, on éprouve souvent, au moment qu'on interrompt brusquement le cercle, un coup, une piqûre, une commotion, suivant les circostances, tout comme au moment qu'on le complète; avec la seule différence que ces sensations, causées par une espèce de reflux du fluide électrique, ou par la secousse qui naît de la suspension soudaine de son courant, sont plus foibles. Mais je n'ai pas besoin, et ce n'est pas ici le lieu, d'alléguer les preuves d'une telle circulation sans fin du fluide électrique, dans un cercle de conducteurs, où il y en a qui, pour être de différente espèce, font par leur contact mutuel l'office d'excitateurs ou *moteurs*: cette proposition, que j'ai avancée dès mes premières recherches et découvertes au sujet du *galvanisme*,[2] et toujours soutenue, en l'ap-

M. KAESTNER, s. l., 1767, pp. 155 sgg.). Ma, forse, la fonte più vicina a Volta, è nell'apologia del "tatto" e del "gusto" come rivelatori non già di opinioni, ma di "verità", contenuta nelle *Leçons de physique expérimentale* (Paris, Durand, 1775) di JEAN-ANTOINE NOLLET. 1. *mouvement perpétuel*: così nella teoria di Volta, che voleva opporsi, fin dai primi studi, alla bottiglia di Leida. Cfr. *Osservazioni sulla capacità de' conduttori elettrici e sulla commozione che anche un semplice conduttore è atto a dare eguale a quella di una boccia di Leyden* (1778), in *Le opere*, Ed. Naz. cit., III, 1926, pp. 199-229. 2. *galvanisme*: una storica attestazione del termine (secondo taluni coniato proprio da Volta); ma M. GLIOZZI ritiene che il vocabolo fosse stato introdotto, già nel 1796, da Friedrich Albert Carl Gren (vedi *Opere scelte*, cit., p. 471).

puyant de nouveaux faits et expériences, n'aura plus, j'espère, de contradicteurs.

Revenant à la sensation de douleur qu'on éprouve dans les expériences décrites ci-dessus, je dois ajouter que, si cette douleur est assez forte et piquante dans les parties que la peau recouvre, elle l'est beaucoup plus où la peau a été enlevée, dans les blessures, par exemple, et les plaies récentes. Si par hazard il y a une petite incision, ou écorchure, au doigt que je plonge dans l'eau communiquante avec une des extrémités de l'appareil électro-moteur, j'y ressens une douleur si vive et si cuisante, lorsqu'en établissant la communication convenable avec l'autre extrémité j'en complète le cercle, que je dois bien tôt me désister de l'expérience, c'est-à-dire, retirer le doigt, ou interrompre de quelque autre manière ce cercle. Je dirai de plus, que je ne puis pas même résister au-delà de quelques secondes, lorsque la partie de l'appareil que je mets en jeu, ou l'appareil entier, ne va qu'à 20 couples métalliques, ou environ.

Une chose que je dois encore faire remarquer, c'est que toutes ces sensations de picotement et de douleur sont plus fortes et plus aiguës, les autres choses égales, lorsque la partie du corps qui doit les ressentir se trouve du côté de l'électricité négative, c'est-à-dire placée de manière dans le cercle conducteur que le fluide électrique parcourant ce cercle ne soit pas dirigé contre cette partie sensible, qu'il ne s'avance pas vers elle et y entre de dehors en dedans, mais bien que sa direction soit de dedans en dehors, en un mot, qu'il en sorte: par rapport à quoi, il faut connoître, des deux métaux qui entrent par couples dans l'appareil construit, quel est celui qui donne à l'autre. Or, j'avois déjà déterminé cela pour tous les métaux, par d'autres expériences, publiées il y a longtems, à la suite de mes premiers mémoires[1] au sujet du *galvanisme*. Je ne dirai donc ici autre chose, sinon que tout est pleinement confirmé par les expériences également et encore plus démonstratives et éclatantes, qui m'occupent à présent.

Par rapport au sens du goût, j'avois déjà découvert, et publié dans ces premiers mémoires, où je me vis obligé de combattre la prétendue électricité animale de Galvani, et de la déclarer une électricité extrinsèque, mue par le contact mutuel des métaux de différente espéce; j'avois, dis-je, découvert, en conséquence de ce pouvoir que

1. *premiers mémoires*: vedi la nota 1 a p. 1035.

j'attribuois aux métaux, que deux pièces de ces métaux différents, et singulièrement une d'argent et une de zinc, appliquées convenablement, excitoient, sur le bout de la langue, des sensations de saveur très-marquées; que la saveur étoit décidément acide, si, le bout de la langue étant tourné vers le zinc, le courant électrique alloit contre lui, et entroit; et qu'une autre saveur, moins forte, mais plus désagréable, acre et tirante à l'alcalin, se faisoit sentir si (la position des métaux étant renversée) le courant électrique sortoit du bout de la langue; que ces sensations, au surplus continuoient, et recevoient même des accroissements, pendant plusieurs secondes, si le contact mutuel des deux métaux se soutenoit, et le cercle conducteur n'étoit nulle part interrompu.[1] Or, quand j'ai dit ici que les mêmes phénomènes arrivent ponctuellement lorsqu'on met à l'épreuve, au lieu d'une seule couple de ces pièces métalliques, un assemblage de plusieurs, arrangés comme il faut; et que les dites sensations de saveur, soit acide, soit alcaline, augmentent, mais peu, avec le nombre de ces couples, j'ai presque tout dit. Il me reste seulement à ajouter que, si l'appareil qu'on met en jeu pour ces expériences sur la langue est formé d'un nombre assez grand de couples métalliques de cette espèce, si, par exemple, il en contient 30, 40, ou davantage, la langue n'éprouve pas uniquement la sensation de saveur qu'on vient de dire, mais, en outre, celle d'un coup, qui la frappe à l'instant qu'on complète le cercle et qui lui cause une piqûre plus ou moins douloureuse, mais passagère, suivie, quelques moments après, de la sensation durable de saveur. Ce coup produit même une convulsion, ou trémoussement, d'une partie, ou de toute la langue, lorsque l'appareil, formé d'un plus grand nombre encore de couples des dits métaux, est plus actif, et que, moyennant de bonnes communications conductrices, le courant électrique qu'il excite peut passer partout avec assez de liberté.

Je reviens souvent, et j'insiste, sur cette dernière condition, par ce qu'elle est essentielle, pour toutes les expériences où il s'agit d'obtenir des effets bien sensibles sur notre corps, soit des commotions dans les membres, soit des sensations dans les organes des sens. Il faut donc que les conducteurs non-métalliques qui entrent dans le cercle soient des bons conducteurs autant que possible, bien

1. *Par rapport au sens du goût . . interrompu*: riassunto di un passo celebre della *Memoria seconda sull'elettricità animale*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., I, p. 62 (§ 65).

imbibés (s'ils ne sont pas des liquides eux-mêmes) d'eau, ou de quelque autre fluide plus conducteur que l'eau pure; et il faut, outre cela, que les surfaces bien humides, par lesquelles ils communiquent avec les conducteurs métalliques, et sur-tout entr'eux, soient assez larges. La communication doit seulement être rétrécie, ou réduite à un petit nombre de points de contact, là où l'on veut concentrer l'action électrique sur une partie des plus sensibles du corps, sur quelque nerf des sens etc. comme je l'ai déjà fait remarquer à propos des expériences sur le tact,[1] savoir des expériences par lesquelles on excite des douleurs aiguës dans différentes parties. Ainsi donc, la meilleure manière que j'ai trouvée de produire sur la langue toutes les sensations décrites, est d'appliquer son bout contre l'extrémité pointue (qui ne le soit pas pourtant trop) d'une verge métallique, que je fais communiquer convenablement, comme dans le autres expériences, à une des extrémités de mon appareil, et d'établir une bonne communication de la main, ou, ce qui est mieux, des deux mains ensemble, avec l'autre extrémité. Cette application du bout de la langue au bout de la verge métallique peut, au reste, ou exister déja, lorsqu'on va faire l'autre communication pour compléter le cercle (lorsqu'on va plonger la main dans l'eau du bassin), ou se faire après l'établissement de cette communication pendant que la main se trouve plongée; et, dans ce dernier cas, je crois sentir la piqûre et la secousse dans la langue, un tant-soit-peu avant le véritable contact. Oui, il me paroit toujours particulièrement si j'avance peu-à-peu le bout de la langue, que lorsqu'il est arrivé à une très-petite distance du métal, le fluide électrique (je voudrois presque dire l'étincelle), franchissant cet intervalle, s'élance pour le frapper.

A l'égard du sens de la vue, que j'avois aussi découvert pouvoir être affecté par le foible courant du fluide électrique, procédant du contact mutuel de deux métaux différents, en général, et en particulier d'une pièce d'argent avec une de zinc, je devois m'attendre que la sensation de lumière excitée par mon nouvel appareil seroit plus forte, à mesure qu'il contiendroit un plus grand nombre de pièces de ces métaux; chaque couple desquels, arrangées comme il faut, ajoute un degré de force au dit courant électrique, comme toutes les autres expériences le montrent, et notamment celles

1. *expériences sur le tact*: sempre nella *Memoria seconda*, cit., §§ 66 sgg.

avec l'électromètre, aidé du condensateur, que j'ai seulement indiquées, at que je décrirai ailleurs.[1] Mais je fus surpris de trouver qu'avec 10, 20, 30 couples, et davantage, l'éclair produit ne paroissoit ni plus long et étendu, ni beaucoup plus vif, qu'avec une seule couple. Il est vrai, cependant, que cette sensation de lumière foible, et passagère, est excitée par un tel appareil plus aisément et de plusieurs manières. En effet, pour réussir avec une seule couple, il n'y a, à-peu-près, que les manières suivantes; savoir, ou qu'une des pièces métalliques soit appliquée au bulbe même de l'œil, ou à la paupière, bien humectée, et qu'on la fasse toucher à l'autre métal appliqué à l'autre œil, ou tenu dans la bouche, ce qui donne le plus bel éclair; ou, qu'on empoigne cette seconde pièce métallique avec la main bien humectée, et qu'on la porte au contact de la première; ou enfin, qu'on applique ces deux lames à certaines parties de l'intérieur de la bouche, en les faisant aussi communiquer entr'elles. Mais, avec un appareil de 20, 30 couples, etc. on produit le même éclair, en appliquant au bout d'une lame ou verge métallique, qui soit en communication avec une des extrémités de cet appareil, tandis que d'une main on communique convenablement avec l'autre extrémité; en appliquant, dis-je, ou faisant toucher à cette lame, non seulement l'œil, ou quelque partie que ce soit de la bouche, mais le front, le nez, les joues, les lèvres, le menton, et jusqu'à la gorge; en un mot, toutes les parties et points du visage qu'on doit seulement avoir bien humectés avant de les porter au contact de la lame métallique. Au reste, la forme, comme la force, de cette lumière passagère qu'on apperçoit, varie un peu, en variant les endroits de la face sur lesquels on porte l'action du courant électrique; si c'est sur le front, par exemple, cette lumière est médiocrement vive, et paroit comme un cercle lumineux, sous laquelle figure elle se présente aussi dans plusieurs autres essais.

Mais la plus curieuse de toutes ces expériences, est de tenir la lame métallique serrée entre les lèvres et en contact du bout de la langue; puisque, lorsqu'on vient ensuite compléter le cercle de la maniere convenable, on excite à la fois, si l'appareil est suffisamment grand, en bon ordre, et le courant électrique assez fort et en

1. *que je décrirai ailleurs*: cfr. il *Frammento nel quale è cenno alla possibilità di un conduttore luminoso perpetuo*, in *Le opere*, Ed. Naz. cit., II, pp. 355-7 (e anche i bellissimi *Frammenti vari sulla storia della invenzione della pila e considerazioni relative*, ivi, pp. 363-70).

bon train, une sensation de lumière dans les yeux, une convulsion dans les lèvres, et même dans la langue, une piqûre douloureuse sur son bout, suivie enfin de la sensation de saveur.

Je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouïe. Ce sens, que j'avois inutilement cherché à exciter avec deux seules lames métalliques, quoique les plus actives entre tous les *moteurs* d'électricité, savoir, une d'argent, ou d'or, et l'autre de zinc, je suis enfin parvenu à l'affecter avec mon nouvel appareil, composé de 30 ou 40 couples de ces métaux. J'ai introduit, bien avant dans les deux oreilles, deux espèces de sondes ou verges métalliques, avec les bouts arrondis; et je les ai fait communiquer immédiatement aux deux extrémités de l'appareil. Au moment que le cercle a été ainsi complété, j'ai reçu une secousse dans la tête; et, quelques moments après (les communications continuant sans aucune interruption), j'ai commencé à sentir un son, ou plutôt un bruit, dans les oreilles, que je ne saurois bien définir; c'étoit une espèce de craquement à secousse, ou pétillement, comme si quelque pâte ou matière tenace bouillonnoit. Ce bruit continua sans relâche, et sans augmentation, tout le temps que le cercle fut complet, etc. La sensation désagréable, et que je craignis dangereuse, de la secousse dans le cerveau, a fait que je n'ai pas répété plusieurs fois cette expérience.[1]

Reste le sens de l'odorat, que j'ai tenté jusqu'ici inutilement, avec mon appareil. Le fluide électrique, qui mis en courant dans un cercle complet de conducteurs, produit dans les membres et parties des corps vivants qui se trouvent comprises dans ce cercle, des effets correspondants à leur excitabilité; qui, stimulant particulièrement les organes ou nerfs du tact, du goût, de la vue et de l'ouïe, y excite quelques sensations propres à chacun de ces sens, comme nous avons trouvé, ne produit, dans l'intérieur du nez, qu'un picotement plus ou moins douloureux, et des commotions plus ou moins étendues, selon que le dit courant est plus ou moins fort. Et d'où vient donc qu'il n'y excite aucune sensation d'odeur, quoiqu'il arrive, comme il paroît, à stimuler les nerfs de ce sens? On ne peut pas dire que le fluide électrique, par lui-même, ne soit pas propre à produire des sensations odorantes; puisque, lorsqu'il se répand dans

1. *La sensation . . . expérience*: Volta ritornò sulla questione nel 1804, teorizzando una possibile "cura" elettrica dei sordomuti. Cfr. la *Lettera al prof. Luigi Brugnatelli sopra l'applicazione dell'elettricità ai sordomuti dalla nascita,* in *Le opere,* Ed. Naz. cit., II, pp. 179-83.

l'air, en forme d'aigrettes, etc. dans les expériences ordinaires des machines électriques, il porte au nez une odeur très-marquée, ressemblante à celle du phosphore.[1] Je dirai donc, avec plus de ressemblance, et sur un fondement d'analogie[2] avec les autres matières odoriférantes, qu'il faut justement qu'il se répande dans l'air, pour exciter l'odorat; qu'il a besoin, comme les autres effluves, du vehicule de l'air, pour affecter ce sens de la manière propre à y faire naître les sensations d'odeur. Or, dans les expériences dont il est question, c'est-à-dire du courant électrique dans un cercle de conducteurs tous contigus, et sans la moindre interruption, cela ne peut absolument avoir lieu.

Tous les faits que j'ai rapportés dans ce long écrit, touchant l'action que le fluide électrique, incité et mu par mon appareil, exerce sur les différentes parties de notre corps, que son courant envahit et traverse; action qui, au surplus, n'est pas momentanée, mais soutenue et durable pour tout le tems que, les communications n'étant point interrompues, ce courant suit son train; action, enfin, dont les effets varient suivant la différente excitabilité de ces parties, comme on a vu; tous ces faits, déja assez nombreaux, et d'autres qu'on pourra encore découvrir, en multipliant et variant les expériences de ce genre, vont ouvrir un champ assez vaste de réflexions et des vues, non seulement curieuses, mais intéressantes particulièrement la médecine. Il y en aura pour occuper l'anatomiste, le physiologiste et le practicien.

On sçait, par l'anatomie qui en a été faite, que l'organe électrique de la torpille et de l'anguille tremblante consiste en plusieurs colonnes membraneuses, remplies d'un bout à l'autre d'un grand nombres de lames ou pellicules, en forme de disques très-minces, couchées les unes sur les autres, ou soutenues à de très-petits intervalles, dans lesquels coule, comme il paroît, quelque humeur. Or, on ne peut pas supposer qu'aucune de ces lames soit isolante, comme le verre, les résines, la soie, etc. et moins encore qu'elles puissent, ou s'électriser par frottement, ou être disposées et chargées à la manière de petits tableaux frankliniens,[3] ou de petits électrophores; ni même qu'elles soient d'assez mauvais conducteurs pour faire

1. *une odeur . . . phosphore*: è quello stesso avvertibile dopo le scariche temporalesche, che liberano ozono. 2. *fondement d'analogie*: vedi la nota 1 a p. 965. 3. *tableaux frankliniens*: i quadrati frankliniani: vedi la nota 2 a p. 936.

l'office d'un bon et durable condensateur, comme l'a imaginé Mr. Nicholson.[1] L'hypothèse de ce savant et laborieux physicien, par laquelle il fait de chaque paire de ces pellicules, qu'il voudroit comparer à des feuilles de talc, autant de petits *électrophores* ou *condensateurs*, est, à la vérité, très-ingénieuse; c'est peut-être ce qu'on a imaginé de mieux pour l'explication des phénomènes de la torpille, en se tenant aux principes et lois connues jusqu'ici en électricité. Mais, outre que le mécanisme par lequel devroit s'opérer, pour chaque coup que ce poisson voudroit donner, la séparation respective des plateaux, de tous ou d'un grand nombre de ces électrophores ou condensateurs, devroient, dis-je, s'operer toutes ces séparations à la fois, et s'établir, d'un côté une communication entr'eux de tous les plateaux *électrisés en plus*, et, de l'autre côté, une communication de tous ceux *électrisés en moins*,[2] comme le veut Mr. Nicholson; outre que ce mécanisme très-compliqué paroît trop difficile et peu naturel; outre que la supposition d'une charge électrique, originairement imprimée, et si durable, dans ces pellicules faisant l'office d'électrophores, est tout-à-fait gratuite, une telle hypothèse tombe entièrement, vu que ces pellicules de l'organe de la torpille ne sont, et ne peuvent être, aucunement isolantes, ou susceptibles d'une véritable charge électrique, et moins encore capables de la retenir. Toute substance animale, tant qu'elle est fraîche, entourée d'humeurs, et plus ou moins succulente elle-même, est un assez bon conducteur: je dis plus; bien loin d'être aussi *cohibente* que les résines, ou le talc, aux feuilles du quel Mr. Nicholson cherche à comparer les pellicules dont il est question, il n'y a point, comme je me suis assuré, de substance animale vivante, ou fraîche, qui ne soit meilleur *déférente* que l'eau, excepté seulement la graisse, et quelques humeurs huileuses. Mais, ni ces humeurs, ni la graisse, sur-tout à demi fluide, ou fluide entièrement, comme elle se trouve

1. William *Nicholson* (Londra 1753 - ivi 1815), fisico inglese membro della Royal Society, che sarebbe divenuto famoso per aver attuato, con Antony Carlisle, l'elettrolisi dell'acqua. Volta si mostra conoscitore delle ricerche di Nicholson sui condensatori (o «duplicatori» come li chiamava l'inglese: vedi «Philosophical Transactions», vol. LXXVIII, parte II, 1788, p. 403) e, forse, tempestivo lettore della versione italiana della *Introduzione alla filosofia naturale di* G. NICHOLSON, *tradotta dall'inglese, con note ed emendazioni*, Firenze, G. Molini, 1800. 2. *électrisé en plus . . . moins*: su queste elettrizzazioni "positive" e "negative" il Nicholson scrisse un saggio: vedi *Experiments and Observations on Electricity*, in «Philosophical Transactions», vol. LXXIX (1789), pp. 265-88.

dans les animaux vivants, peut recevoir une charge électrique, à la manière des lames isolantes, et la retenir; d'ailleurs, on ne trouve pas que les pellicules et les humeurs de l'organe de la torpille soient graisseuses ou huileuses. Ainsi donc, cet organe, formé uniquement de substances conductrices, ne peut être rapporté ni à l'électrophore ou condensateur, ni à la bouteille de Leyde, ni à une machine quelconque excitable, soit par frottement, soit par quelque autre moyen capable d'électriser des corps isolants, qu'on a toujours crus, avant mes découvertes, les seuls originairemeut électriques.

A quelle électricité donc, à quel instrument, doit-il être comparé, cet organe de la torpille, de l'anguille tremblante, etc.? à celui que je viens de construire, d'après le nouveau principe d'électricité que j'ai découvert il y a quelques années, et que mes expériences successives, sur-tout celles qui m'occupent maintenant, ont si bien confirmé, savoir que les conducteurs sont aussi, dans certains cas, moteurs d'électricité, dans le cas du contact mutuel de ceux, de différente espèce, etc. à cet appareil, que j'ai nommé *Organe électrique artificiel*,[1] et qui, étant dans le fond le même que l'organe naturel de la torpille, le ressemble encore pour la forme, comme j'ai déjà avancé.

1. *Organe électrique artificiel*: doveva essere, nelle intenzioni di Volta, che ribadisce quanto prima detto, il "nome ufficiale" della "pila".